

R. Masso

U. Kokassaar

A. Saag

# **ÜLD BIOLOOGIA PRAKTIKUM**



TARTU ÜLICOOL

R. Masso, U. Kokassar, A. Saag

# ÜLDBIOLOOGIA PRAKTIKUM

*Õppevahend arstiteaduskonna üliõpilastele*

TARTU 1992

Küljendus: U. Visse

Kaane kujundus: U. Visse

Retsenseerinud: K. Põldvere, M. Martin

Raivo Masso, Urmas Kokassaar, Anu Saag  
ÜLDBIOLOOGIA PRAKTIKUM  
Oppevahend arstiteaduskonna üliõpilastele  
Tartu Ülikool  
EE2400 Tartu, Ülikooli 18  
11,73,25,5.T.367.800  
TÜ trükikoda. EE2400 Tartu, Tiigi 78

## SISUKORD.

Valgusmikroskoobi ehitus ja töö mikroskoobiga.....	5
Valgusmikroskoopide tüübid ja mikroskoobi lahutusvõime.....	5
Mikroskopeerimise eeskirjad.....	7
Praktilise töö vormistamise eeskirjad.....	8
Taimsed koed.....	11
Seenerakk. Ainu- ja hulkraksed seened.	
Seene koed (koostanud U. Kokassaar).....	15
Loomne rakk. Loomsed koed.....	16
Raku tuum interfaasi ajal.....	21
Kromosoomid.....	24
Kromosoomide arv ja mõõtmed.....	27
Kromosoomide värvimisest tsütoloogilistes preparaates.....	28
Kromosoomide kaardistamisest.....	29
Rakutsükel.....	33
Mitoos.....	33
Meioos.....	35
Oogenees. Spermatogenees.....	39
Varajane embrüogenees.....	40
Inimese varajane embrüonaalne areng.....	47
Parasitismi bioloogilised alused.....	71
1. Biotiliste seoste tüübid.....	71
2. Üldine ja meditsiiniline parasitoloogia.....	71
3. Parasiitide klassifitseerimisest.....	73
4. Peremees-organism ja siirdaja.....	74
5. Vastastikused mõjutused süsteemis parasiit-peremees.....	75
Loomade süstemaatikas kasutatav terminoloogia.....	76
Meditiiniline protozooloogia.....	76
Ainuraksete hõimkonna iseloomustus.....	77
1. Subphylum: <i>Sarcomastigophora</i> - juurviburloomad.....	79
1. Classis: <i>Mastigophora</i> - viburloomad.....	79
2. Classis: <i>Sarcodina</i> - juurjalgsed.....	87
2. Subphylum: <i>Sporozoa</i> - eosloomad.....	92
1. Classis: <i>Telosporea</i> - eostujad.....	92
2. Classis: <i>Toxoplasma</i> - toksoplasmad.....	98
3. Subphylum: <i>Cnidospora</i> - kõrveeosloomad.....	99
4. Subphylum: <i>Ciliophora</i> - ripsmekandjad.....	99
1. Classis <i>Ciliatea</i> ( <i>Infusorea</i> ) - ripsloomad.....	99
Ainuraksete fülogeneesist.....	103



Hulkraaksete organismide põlvnemisest.....	105
1. Phylum: <i>Spongia</i> ( <i>Porifera</i> ) - käsnad.....	106
2. Phylum: <i>Coelenterata</i> ( <i>Cnidaria</i> ) - ainuõõssed.....	109
3. Phylum: <i>Plathelminthes</i> - lameussid.....	112
1. Classis: <i>Turbellaria</i> - ripsussid.....	112
2. Classis: <i>Trematoda</i> - imiussid.....	115
3. Classis: <i>Cestoda</i> - paelussid.....	120
4. Phylum: <i>Nemathelminthes</i> - ümarloomad.....	130
1. Classis: <i>Nematoda</i> - ümarussid.....	131
5. Phylum: <i>Annelida</i> - rõngussid.....	137
1. Classis: <i>Oligochaeta</i> - väheharjasussid.....	138
2. Classis: <i>Hirudinea</i> - kaanid.....	141
6. Phylum: <i>Arthropoda</i> - lülijalgased	
(koostanud U. Kokassaar).....	145
1. Subphylum: <i>Branchiata</i> - vähilaadsed.....	147
1. Classis: <i>Crustacea</i> - vähid.....	147
2. Subphylum: <i>Chelicerata</i> - lõugtundlased.....	151
1. Classis: <i>Arachnida</i> - ämblikulaadsed.....	151
3. Subphylum: <i>Tracheata</i> - trahheeloomad.....	157
1. Classis: <i>Insecta</i> - putukad.....	157
7. Phylum: <i>Chordata</i> - keelikloomad (koostanud A. Saag).....	171
1. Subphylum: <i>Acrania</i> - koljutud.....	171
2. Subphylum: <i>Vertebrata</i> e. <i>Craniata</i> - selgroogsed....	174
Süstemaatiline koondtabel.....	196
Soovitav õppekirjandus.....	205

## **Valgusmikroskoobi ehitus ja töö mikroskoobiga.**

Praktikumis on kasutusel mitut tüüpi mikroskoobe (MBR-1 seeria, "Biolam" jt.), mis aga kõik on põhimõtteliselt ühesuguse ehitusega. Valgusmikroskoobi põhilised osad on: mehhaaniline süsteem, optiline süsteem ja valgustussüsteem (Joon. 1).

**Mehhaanilisse süsteemi** kuuluvad: statii, objektilaud, tuubus, revolver, makro- ja mikrokruvi.

**Optiline süsteem** on esindatud okulaaride ja objektiividega. Okulaar asub tuubuse ülemises otsas. Okulaarid on vahetatavad (7x; 10x; 15x). Tuubuse alumises osas asetseb revolver, milles on pesad objektiividele. Nagu okulaargi, kujutab objektiiv endast metalltorusse asetatud läätsede süsteemi. Objektiividki erinevad suurendusastmelt, neid jaotatakse väikese suurendusega (3,5x; 8x; 9x; 10x), keskmise suurendusega (20x; 40x) ja suure suurendusega objektiivid (60x; 70x; 90x). Väikese ja keskmise suurendusega objektiivid on nn. kuivad objektiivid (objektiivi ja preparaadi vahel on õhk), suure suurendusega objektiivid on immersioonobjektiivid (kas vesi- või õlimmersioon), kus objektiivi ja preparaadi vahel on vedeliku tilk. Lõpliku suurenduse väljaarvutamiseks tuleb objektiivi ja okulaari suurendusnäidud korrutada.

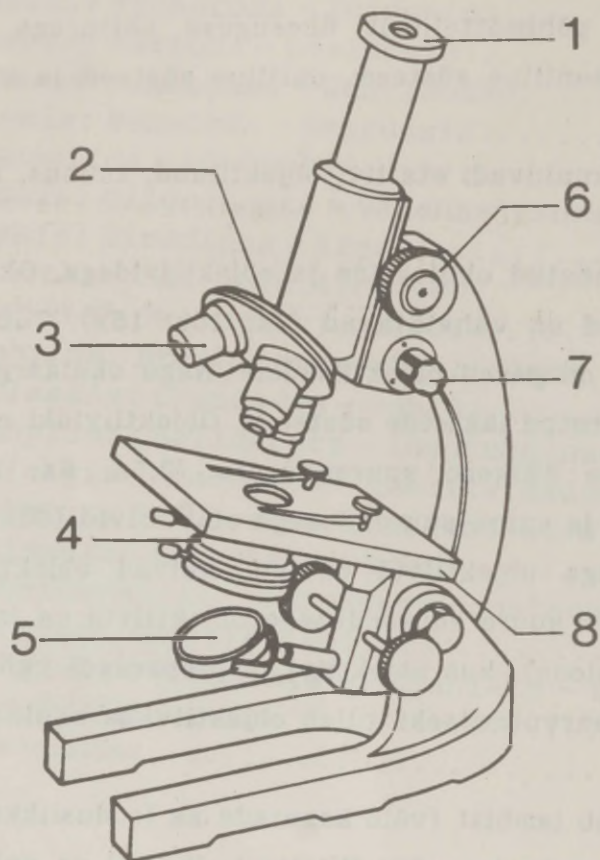
**Valgustussüsteem** koosneb lambist (võib kasutada ka looduslikku valgust), peeglist, kondensorist, iirisdiafragmast ja valgusfiltritest. Peeglil on kaks pinda: nõgus- ja tasapeegel. Nõguspeeglit kasutatakse nõrgemate valgustustingimuste puhul.

## **Valgusmikroskoopide tüübid ja mikroskoobi lahutusvõime.**

Praktikumis kasutusel olevad mikroskoobid kuuluvad tavalisse, s.o. transmissiooni tüüpi. Vastavate abiseadmete abil on sellist mikroskoopi võimalik muuta eriotstarbeliseks (faaskontrast-, tumevälja-, polarisatsioon-, luminestsents- või interferentsmikroskoobiks). Selleks kasutatakse erilisi kondensoreid ja eriotstarbelist optikat (näiteks UV-kiirgust läbilaskev kvartsklaasist optika luminestsents-mikroskoopias).

Mikroskoobi olulisimaks parameetriks on lahutusvõime, s.o. võime eristada kõrvuti asetsevaid punkte. Iga punkti kujutis tekib kul difraktsioonirõngaste süsteem ja sõltub kasutusel oleva valguse lainepikkusest. Teoreetiliselt on





**Joonis 1. Mikroskoobi ehitus.**

1 - okulaar; 2 - revolver; 3 - objektiiv; 4 - kondensor; 5 - peegel;  
6 - makrokrvi; 7 - mikrokrvi; 8 - objektilaud.

maksimaalne lahutusvõime pool kasutatava valguse lainepikkusest ( $\lambda/2$ ). Nähtava valguse lainepikkus on 0,4–0,7  $\mu\text{m}$  (s.o. 400–700 nm e. 4000–7000 Å). Seega oleks teoreetiline lahutusvõime 0,2  $\mu\text{m}$ . Tegelik lahutusvõime määratakse järgmise valemi abil:

$$d = 0,61 \frac{\lambda}{n \sin \alpha} \quad , \text{ kus}$$

$\lambda$  – kasutatava valguse lainepikkus,

$n$  – keskkonna optiline murdumiskoeffitsient,

$\alpha$  – nurk objektiivi telje ja äärmise, veel objektiivi sattuva valguskiire vahel.

( $n \sin \alpha$  – objektiivi apertuurarv, mis on märgitud objektiivile).

Teatava piiri lahutusvõime suurendamisele paneb inimese silma ehitus ja talitus, kuna inimese silma lahutusvõime on 0,1 mm (100  $\mu\text{m}$ ).

Kasulik suurendus, mille valgusmikroskoop suudab anda, on umbes 1500 kordne ja eristada on võimalik osakesi suurusega 0,2–0,3  $\mu\text{m}$ .

## Mikroskopeerimise eeskirjad.

Enne mikroskopeerimisele asumist tuleb mikroskoop viia töökorda (justeerida). Asetage mikroskoop enda ette sobivale kaugusele. Keerake revolvril tööasendisse (objektilaua ava kohale) väike objektiiv. Objektiivi fikseerimisel kuulub nõrk naksatus. Makrovindi abil keerake objektiiv objektilaualt umbes 1 cm kõrgusele. Avage maksimaalselt iirisdiafragma ja keerake kondensor ülemisse asendisse. Vaadates ühe silmaga okulaari, muutke peegli asendit nii, et valgus oleks maksimaalne. Kondensori ja iirisdiafragma abil saavutage vaatevälja ühtlane valgustatus. Preparaat asetage objektilaual (katteklaas ülespoole) nii, et vaadeldav objekt asuks ava keskel valguskiires (jälgida kõrvalt!). Objektiivi kõrvalt jälgides keerake makrokruvi aeglaselt allapoole, kuni vahemaa objektiivi ja preparaadi vahel on 2–3 mm. Nüüd vaadake okulaari ja samal ajal tõstke makrokruvi abiga objektiivi, kuni vaatevälja ilmub objekti kujutis (väikese suurendusega objektiivil on fookuskaugus ca 5 mm).

Et üle minna tööle suurema suurendusega objektiiviga, tuleb esmalt preparaati tsentreerida – objekt või vaadeldav osa sellest tuleb paigutada võimalikult vaatevälja keskele (võib kasutada objektilaua manipulaatorit). Keerake revolvril nii, et tööasendisse satuks sobiva suurusega objektiiv. Makrovindi abil (jälgida kõrvalt!) keerake objektiiv peaaegu vastu preparaati. Vaadates okulaari tõstke aeglaselt makrokruvi keerates objektiivi, kuni kujutis teravustub. Ärge kiirustage: fookus-



kaugus on umbes 1 mm ja sellest võib kergesti üle keerata! Eriti täpseks fokuseerimiseks kasutage mikrokruvi (pool pööret ühele või teisele poole!).

Kujutise ümberjoonistamisel vaadake ühe silmaga okulaari ja teise vihikusse. Sellise tööjaotusega harjuvad silmad kiiresti.

## **Praktilise töö vormistamise eeskirjad.**

Objekti mikroskopeerimisel on vältimatu tema ülesjoonistamine. Selle eesmärgiks on paremini mõista ja meelde jätta objekti ehitust, üksikute struktuuride vormi ja vastastikust paiknemist. Joonistamiseks peab olema valgete lehtedega vihik ja harilik ning värvillised pliiatsid. Tuleb arvestada järgmisi reegleid:

1) Joonised tuleks teha ainult lehe ühele poolele, kuna mõlemal pool olevad joonised puutuvad teineteise vastu ja määrduvad;

2) Joonis peab olema piisavalt suur ja ülevaatlik (väikeste objektide puhul mahutatakse ühele lehele 3–4 joonist, vaatevälja ringjoont ei ole vaja ära märkida);

3) Joonise kohal peab olema märgitud praktilise töö pealkiri (süsteemaatilised nimetused kirjutatakse nii eesti kui ladina keeles);

4) Joonisel peab objekt olema kujutatud õige vormi ja detailide omavahelise suhtega;

5) Joonisel peavad olema tähistatud kõik olulised elemendid. Selleks, kas:

a) tõmmatakse detaili juurest viitav jooneke ja kirjutatakse selle taha nimetus;

b) joonekese järele kirjutatakse numbrid ja joonise alla selgitused.

6) Joonise all peab olema viide mikroskopeerimisel kasutatud suurendusele (näiteks: Suurendus: 400x; või obj. 40x, okul. 10x).

Vormistatud praktiline töö esitatakse juhendajale viseerimiseks.

### **Praktiline töö nr. 1. Ajutine preparaas vatikiust.**

Võtke töövahendite komplektist puhas alusklaas ja hoides seda servadest, asetage enda ette filterpaberile. Tõmmake pintsettide abil vatist mõni vatikiud ja asetage need alusklaasi keskosale. Pipeti abil tilgutage vatikiududele 1 tilk destilleeritud vett. Võtke pintsettidega puhas katteklaas ja asetage see, üks serv ees, alusklaasile. Vajutades õrnalt katteklaasile, (preparaerimisnõela või pintsettidega), eemaldage liigsed õhumullid. Vajaduse korral eemaldage liigne vesi ettevaatlikult filterpaberiga imades. Mikroskopeerige ja joonistage kujutis vihikusse.

Praktiline töö nr. 2. Ajutine preparaas juuksekarvast.

Valmistage analoogiliselt eelmise tööga ajutine preparaas juuksekarvast (umbes 10–15 mm pikkusest tükist). Mikroskopeerige ja joonistage.

Praktiline töö nr. 3. Ajutine preparaas sibula (*Allium cepa*) epidermise rakkudest.

Rebige soomuse siseküljelt ära õhuke kelme – epidermis. Eraldage sellest paari ruutmillimeetri suurune tüki ke ja asetage see veetilka alustassil. Katke katteklaasiga ja mikroskopeerige. Algul joonistage kujutis, olles eelnevalt iirisdiaphragma täielikult avanud; seejärel sulgege iirisdiaphragma täielikult ja joonistage nähtav kujutis. Leidke rakukest ja raku tuum.

Praktiline töö nr. 4. Ajutine preparaas sibula (*Allium cepa*) epidermise rakkudest.

Värvimine neutraalpunasega.

Tilgutage alusklaasile 1 tilk vitaalvärvi neutraalpunase 0,02% vesilahust. Asetage tüki ke epidermist värvitilka ja katke katteklaasiga. Liigne värv eemaldage filterpaberiga ettevaatlikult imades. Mõne minuti pärast mikroskopeerige ja joonistage.

Praktiline töö nr. 5. Ajutine preparaas pirni (*Pyrus domestica*) kivisrakkudest.

Kraapige skalpelli abil veidi pirni viljaliha rakke lahti, saadud materjal kandke alusklaasile veetilka, segage kude prepeareerimisnõela abil veetilgas korralikult segi ja katke katteklaasiga. Mikroskopeerige ja joonistage.

Praktiline töö nr. 6. Kloroplastid vesikatku (*Elodea canadensis*) lehe rakkudes.

Hüaloplasma liikumine. Primaarne tärkliis kloroplastides. Ajutine preparaas, värvimine Lygoli lahusega.

Objektiks on vesikatku lehed, mis on rebitud taime küljest ja soojustatud (vee sees) päiksevalguse käes või laualambi all (+20° – +25°C). Pintsettidega võtke vesikatku leht, asetage see alusklaasile veetilka, katke katteklaasiga. Mikroskopeerige lehe keskroo piirkonda (algul väikese, seejärel keskmise suurendusega). Vesikatku leht koosneb kahest rakkude kihist. Fokuseerige ühele neist kihtidest. Lehe keskroos leidke rakud, milles hüaloplasma liigub pikl rakuseina (rotatsioon). Rotatsioon on nähtav, kuna hüaloplasma kannab endaga kaasas kloroplaste. Raku keskel paikneb vakuool. Joonistage. Noolega tähistage joonisel hüaloplasma liikumise suund.

Kloroplastides primaarse tärkliise nähtavaks muutmiseks on vaja lehte värvida



Lygoli lahusega (joodi lahus kaaliumjodiidis). Tärkliseterad värvuvad tumesiniseks. Hüaloplasma liikumine lakkab, sest jood surmab tsütoplasma organoidid.

Praktiline töö nr. 7. Kromoplastid tomati (*Lycopersicon esculentum*), pihlaka (*Sorbus aucuparia*) ja maikellukese (*Convallaria majalis*) villade rakkudes.

Võtke prepareerimisnõelaga veidi küpse vilja viljaliha, kandke see alusklaasile veetilka ja segage seal segi. Katke katteklaasiga ja mikroskopeerige.

Praktiline töö nr. 8. Leukoplastid tradeskantsia (*Tradescantia virginiana*) lehe rakkudes. Värvimine Lygoli lahusega.

Tradeskantsia lehe alumiselt (violetselt) küljelt tõmmake prepareerimisnõela abil (lehelaba alusel keskroo kohalt) epidermis lahti, võtke sellest pintsettidega tükke, paigutage need alusklaasile veetilga sisse (välimine külg ülespoole!) ja katke katteklaasiga. Väikese suurenduse all leidke õhuke koht preparaadi ääres ja vaadeldge piklikke kuusnurkseid rakke, mis vakuoolides sisalduva pigmendi (antotsüaani) tõttu on kahvatuvioletsed või punakad. 40x objektiivil all on nähtavad tuuma ümbritsevad väikesed kerakesed – leukoplastid.

Praktiline töö nr. 9. Amüloplastid kartuli (*Solanum tuberosum*) rakumahlalt. Värvimine Lygoli lahusega.

Tilgutage alusklaasile mõni tilk kartulimugulast saadud mahla, lisage 1 tilk Lygoli lahust, katke katteklaasiga ja mõne minuti pärast mikroskopeerige.

Praktiline töö nr. 10. Plasmolüüs ja deplasmolüüs vesikatku (*Elodea canadensis*) lehe rakkudes.

Preparaat valmistage nagu on kirjeldatud praktilises töös nr. 6. Preparaadis asendage vesi järk-järgult hüpertoonilise lahusega. Selleks tilgutage katseklaasi ühe serva lähedusse NaCl 8% lahust, samal ajal vastasservast filterpaberiga vett imades. Tsütoplasma omandab ümara tilga kuju, mis asetseb raku keskel. Nähtust nimetatakse plasmolüüsiks – osa tsütoplasmas olevast veest väljub läbi poollähbilaskva plasmamembraani, et lahjendada läbi rakukesta sisse tunginud soolalahust. Joonistage. Vahetage soolalahus destvee vastu. Tsütoplasma omandab endise mahu – toimub deplasmolüüs.

## Taimsed koed.

Ühesuguse ehituse, talitluse ja päritoluga rakkude rühmasid, millest moodustuvad taimsed organid, nimetatakse taimseteks kudedeks. Sageli moodustavad mitu ühise päritoluga kudet kompleksi, mis talitleb nagu ühtne tervik. Kudede tähtsamaid rühmi on taimedel kuus: algkoed e. meristeemid, kattedkoed, põhikoed, tugikoed, juhtkoed ja erituskoed.

**Algkoed** e. **meristeemid** koosnevad suhteliselt väikestest, väga õhukese rakukestaga rakkudest, millel on kiire paljunemise võime ja mis on võimelised diferentseeruma erinevates suundades, andes kõik taimsete kudede tüübid. **Tipmine** (apikaalne) meristeem paikneb varte ja juurte tippudes. **Kõlgmine** (lateraalne) meristeem e. **kambium** paikneb telgelundites pinnaga paralleelse kihina ja põhjustab elundite jämenemist. **Vahemeristeem** asetseb varre sõlmevahede alumises osas, samuti lehtede ning lehe- ja õieraagude alusel. **Haavameristeem** e. **kallusemeristeem** tekib iga elusa taimeosa vigastatud koha ümber.

**Kattedkoed** jagunevad päritolu järgi kolme rühma: epiderm, korkkude ja corp. **Epiderm** e. esmane kattedkude katab lehti ja noori varsi. Enamasti koosneb epiderm ühest kihist tihedalt kõrvuti paiknevatest elusatest (kuid kloroplastideta) rakkudest. Väliskeskkonnaga piirnevad rakukestad on paksemad ja kaetud kitiinaine kihi (kutiikulaga) või vahaga. Rakkudel võivad esineda mitmesuguse ehitusega väljakasved – karvad e. trihhoomid. Epidermises on kahest sulgrakust ja nende vahele jäävast õhupilust koosnevad õhulõhed. **Kork** on kaitseülesannet täitev surnud rakkudest kattedkude, mis tekib epidermi all olevatest elusatest rakkudest. Rakuseintesse on ladestunud suberiin. Vee auramise ja gaasivahetuse võimaldamiseks on korgis erilised avad – lõved. **Corp** tekib puudel ja pöösastel kohtades, kus jämeneva varre survele kork rebeneb.

**Põhikoed** e. **parenhüümid** moodustavad mitmesuguste taimeelundite põhimassi. Põhikoed koosnevad õhukeste rakukestaga rakkudest, mille vahele jäävad rakuvaheruumid. **Assimilatsiooniparenhüüm** e. **klorenhüüm** paikneb lehtedes ja noorte varte kooses. **Säilituspahrenhüüm** asetseb varre säsis ja juure kooses, samuti paljunemiselundites: seemnetes, viljades, sibulates, mugulates jne. Säilituskoeks loetakse ka sukulentide veesäilituskudet.

**Tugikoed** moodustavad taimes toestiku. Need koed koosnevad paksenenud rakukestadega, sageli surnud rakkudest. **Kollenhüüm** koosneb elusatest, tavaliselt parenhüümsetest rakkudest, mille rakukestad on ebaühtlaselt paksenenud. Kui kestadel on paksendid nurkades, siis on tegemist nurkkollenhüümiga. Kui



paksenenud on kaks rakukesta vastasseina, siis nimetatakse seda plaatkollenhüümiks. Sklerenhüüm koosneb ühtlaselt paksenenud rakukestaga rakkudest, mis vananedes surevad. Rakukestade keemilise koostise järgi eristatakse tselluloosse, nõrgalt pultunud kestaga niinerakkusid ja tugevalt pultunud kestadega puidurakkusid. Sklereiidid on surnud, ühtlaselt paksenenud kestaga parenhüümirakud, mis esinevad viljades (kivisrakud), lehtedes (tugirakud) jm.

Juhtkoed tagavad vee ja orgaaniliste ainete transpordi taimes. Trahheed ja trahheilidid on juhtkoe elemendid, mille kaudu toimumb vee ja mineraalainete liikumine juurtest varre kaudu lehtedesse (tõusev vool). Sõeltorud tagavad lehtedes sünteesitud orgaaniliste ainete liikumise teistesse kudedesse (laskuv vool). Trahheed, trahheilidid ja sõeltorud ei paikne taimes korrapäraselt, vaid on tavaliselt koondunud erilisteks rühmadeks - juhtkimpudeks. Juhtkimpudel on kaks osa: ksüleem e. puiduosa (vee ja mineraalainete liikumine) ja floem e. niineosa (orgaaniliste ainete transport).

Erituskoed tagavad sekretoorsete ainete (valgud, eeterlikud õlid, parkained, piimmahl jt.) ja ekskretoorsete ainete (nektar, vesi, eeterlikud õlid jt.) eemaldamise organismist või ladestamise erilistes mahutites.

Praktiline töö nr. 11. Ainuraksed taimsed organismid. Uurimisobjektid: *Euglena sp.* - roheline silmviburlane ja *Volvox sp.* - kerasviburlane. Püsipreparaadid.

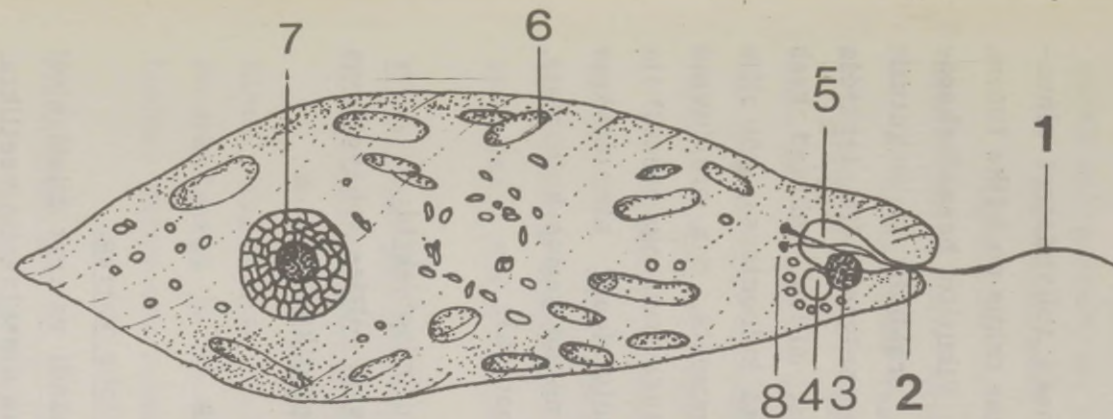
Roheline silmviburlane (*Euglena viridis*).

Vabalt elav (50-60 µm) viburloom (Joon. 2). Keha eesosa on ahenev ja ümar, tagaosa laienev ja terava otsaga. Liikumine toimub viburi pöörleva lagutamise abil. *E. viridis* on miksotroofne organism. Tsütoplasmas asuvates kloroplastides toimub fotosüntees, pimeduses omastub orgaanilisi ühendeid osmoosi teel. Viburi pöörlemine juhib vees sisalduvad tahked orgaanilised osised viburi kinnituskoha piirkonda, kus asetseb fagotsütoosivõimeline plasmamembraani ala - rakusuu (tsütostoom) ja rakuneel (tsütofaarüüks).

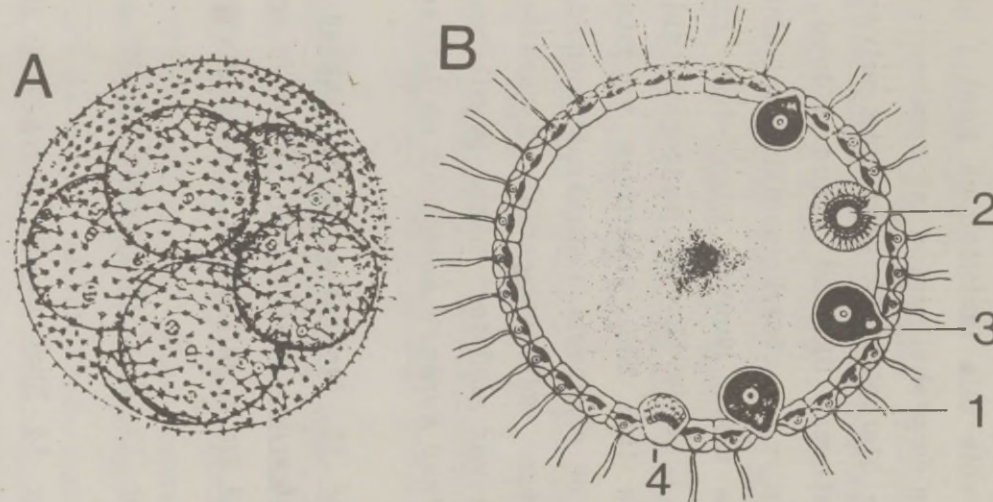
Tsütostoomi piirkonda avaneb ka pulseeriv vakuool (tulkekublik) - rakusisese osmootse rõhu regulaator.

Tsütofaarüüksis kujunevad seedevakuoolid. Seedu d toitained imenduvad tsütoplasmasse, seedumatud jäägid väljutatakse läbi membraani rakupäraku kaudu.

*E. viridis* on võimeline, nagu kõik ainuraksed, reageerima väliskeskkonna muutustele taksiste e. suundliikumiste kaudu (kemo-, termo-, galvaanotaksis jt.), lisaks omab ta fotoretseptorit - erilist rakuorganoidi - stigmat (silmtäpp). Stigma asub raku eesosas ja on punast värvi. *E. viridis* paljuneb sugutult (mitootiliselt).



**Joonis 2.** Rohelise silmviburlase (*Euglena viridis*) ehituse skeem.  
 1 - vibur (tegelikult kaks liitunud viburit); 2 - tsütostoom (rakusuu);  
 3 - stigma (silmtäpp); 4 - pulseeriv vakuool (tuikekublik); 5 - tsütofaarüüks (rakuneel); 6 - kloroplastid; 7 - tuum; 8 - basaalk kehad (kinetosoomid).



**Joonis 3.** Kerasviburlased perekonnast *Volvox*.  
 A - *Volvox aureus* emakoloonia tütarkolooniatega.  
 B - *Volvox globator*, ehituse skeem.  
 1 - emakoloonia rakk; 2 - tütarkoloonia;  
 3 - makrogameedid (munarakud); 4 - mikrogameedid (spermatotsüüdid).



pikijagunemise teel. On võimalik moodustama tsüste.

**Kolooniaid moodustav kerasviburlane (*Volvox globator*).**

Kerasviburlane moodustub suurest hulgast kaheviburilistest ainuraksetest ja on sagedasti leidnud käsitlemist kui mudelobjekt, mis selgitab hulkrakse organismi teket.

Koloonia võib olla läbimõõduga kuni 1 mm ja koosneda tuhandetest ainuraksetest, kes on omavahel seotud tsütoplasma-sildadega. Igas rakus on väike tuum, suuremõõtmeline kloroplast ja kaks pulseerivat vakuooli. Viburite basaalkahade lähedal asub stigma. Üksikud rakud võivad kolooniast eralduda ja sugutult paljunedes anda uusi tütarkolooniaid. Koloonia rakkude hulgas võib tekkida tööjaotus – osa rakke muutub sugulisteks rakuvormideks, millest tekivad kas üksikud suured liikumisvõimetud makrogameetid, mis jäävad kolooniasse; või siis tekib suur hulk (üle 200) viburitega varustatud mikrogameete, mis eralduvad kolooniast. Siin on analoogia hulkraksete loomade munarakkude (makrogameetid) ja spermatotsüütidega (mikrogameetid). Kerasviburlase kopulatsiooni nimetatakse ovogaamiaks. *Volvox globator*i makro- ja mikrogameetid arenevad samas koloonias, aga näiteks *Volvox aureus*'e kolooniad on lahksugulised (joon. 3).

**Praktiline töö nr. 12. Ainuraksed ja hulkraksed vetikad. Uurimisobjektid:**

*Pleurococcus vulgaris* – pleurokokk, *Chlorella sp.* – klorella ja niitjas rohevetikas (liigid: *Spirogyra sp.* – spirogüüra ja *Cladophora sp.* – karevetikas).

**Praktiline töö nr. 13. Koed tähtsambla (*Mnium sp.*) lehtedes.**

**Praktiline töö nr. 14. Koed naadi (*Aegopodium podagraria*) lehe varres.**

Ajutise preparaadi valmistamine ise. Selleks lõikame naadi varrest žileti abil õhukesti ristlõike (lõikesuund endast eemale!). Lõigud asetame alusklaasile veetilka, katame katteklaasiga ja mikroskopeerime.

**Praktiline töö nr. 15. Õhulõhed kollase päevalillia (*Hemerocallis flava*) ja tradeskantsia (*Tradescantia virginica*) lehe epidermis.**

## **Seenerakk. Ainu- ja hulkraksed seened.**

### **Seene koed.**

Seenerakkude morfoloogia uurimiseks tuleb neist valmistada preparaadid, mida saab mikroskoobi all vaadelda.

#### **Älgepreparaadi valmistamine elusrakkudest.**

Älgepreparaadi valmistamiseks on vaja puhtaid (rasvavabu) alus- ja katteklasse, külvinõela, füsioloogilist lahust ja uuritavat seenerakkude kultuuri.

Alusklaasile saab uuritavat materjali kanda kahel viisil:

- 1) klaaspulga abil võetakse 2-3 tilka rakkude suspensiooni sõõtmevedelikku ja lisatakse vajaduse korral lahjendamiseks füsioloogilist lahust.;
- 2) külvinõelaga viiakse osa uuritavast kultuurist alusklaasile pandud füsioloogilise lahuse tilka, segatakse ja aetakse õhukese kihina laiali.

Niimoodi valmistatud älgepreparaadid kaetakse katteklasega. Serva alt väljaimbuv suspensioon imatakse filterpaberi ribaga ära. Tuleb jälgida, et preparaadis ei oleks õhumulle, kuna need segavad mikroskopeermist. Preparaati ei tohi lasta ära kuivada. Parem on preparaati vaadelda kohe peale valmistamist.

#### **Praktiline töö nr. 16. Pagaripärmi (*Saccharomyces cerevisiae*) rakud. Töö õliimmersioonobjektiiviga.**

Valmistage pagaripärmi *Saccharomyces cerevisiae* suspensioonist älgepreparaat. Enne kasutamist tuleb suspensiooni loksutada. Mikroskopeerige 40-kordse suurendusega ja 90-kordse suurendusega (õlimmersioonobjektiiv) objektiividega. Leidke pärmseene rakud ja punguvad pärmseene rakud. Tehke joonis.

#### **Praktiline töö nr. 17. Hallitusseene *Rhizopus* sp. rakud.**

Valmistage älgepreparaat (nn. lihtmärgpreparaat) hallitusseenest (perekond *Rhizopus*). Mikroskopeerige 40-kordse suurendusega objektiiviga ja õlimmersioonobjektiiviga. Leidke hüüfid, sporangiumid ja spoorid. Tehke joonis.

#### **Praktiline töö nr. 18. Hallitusseene *Penicillium* sp. morfoloogia.**

Valmistage älgepreparaat (lihtmärgpreparaat) hallitusseenest (perekond *Penicillium*). Mikroskopeerige 40-kordse suurendusega objektiiviga ja õlimmersioonobjektiiviga. Leidke preparaadis hüüfid (septidega), koniidikandjad ja spoorid (koniidid). Tehke joonis.



## Loomne rakk. Loomsed koed.

### Praktiline töö nr. 19. Konna opaalloom (*Opalina ranarum*). Püsipreparaat.

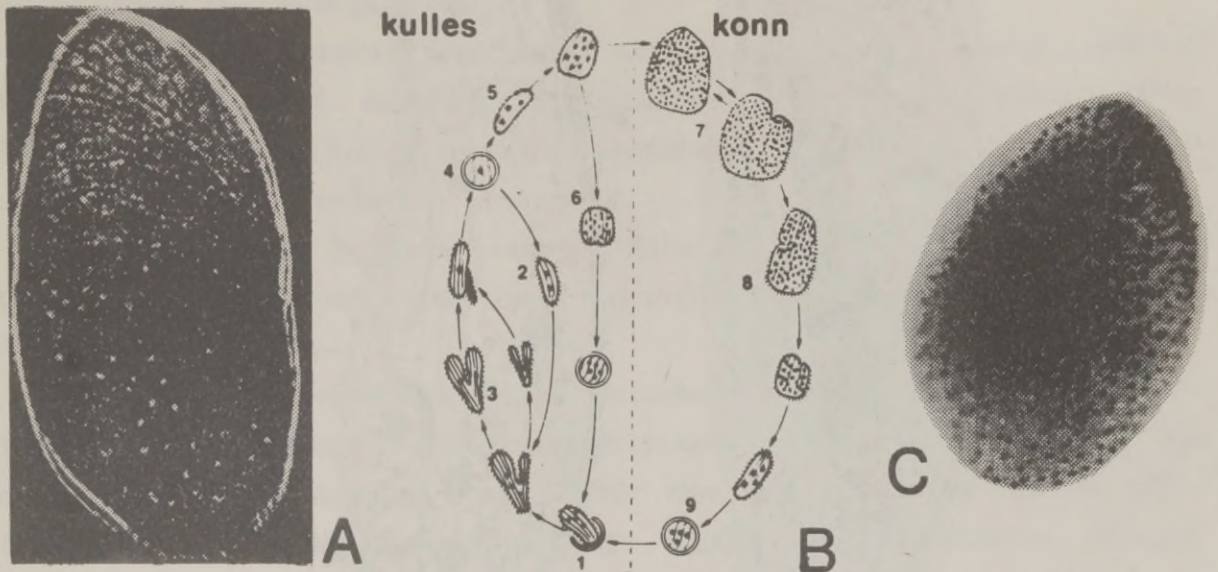
Konna opaalloom on üks omapärase opaalloomade klassi esindajaid. Varasema süstemaatilise jaotuse alusel kuulusid opaalloomad ripsloomade klassi. Paljude tunnuste poolest (elutsükli iseärasused, eristunud makro- ja mikronukleuse puudumine jt.) paigutatakse nad nüüd omaette klassina alamhõimkonda *Sarcomastigophora*.

Konna opaalloom (joon. 4) elutseb kahepaiksete tagasooles. Parasitaarne eluviis on viinud olulisele lihtsustumisele opaallooma raku siseehituses – puuduvad kõik ainuraksetele iseloomulikud rakuorganoidid. Tsütoplasmas paikneb väga palju tuumi (organism on vaadeldav kui omapärane süntsüütium (kr.k. 'syn'+'kytos'= laatrakustik), mis tekib endomitoosi teel). Raku välispind on kaetud ripsmetega. Sellised täiskasvanud organismid jagunevad sugutult mitmeid kordi ning lõpuks moodustavad hulktoomseid tsüste. Tsüstide sees tekivad sugulised rakuvormid – gameedid, mis ühinevad sügoodiks (kopulatsioon). Sügoot entsüsteerub uuesti. Amfiibi organismi sattununa hakkab tsüstist arenema uus ainurakne, mis on ühetuumaline ja ripsmetega kaetud. Endotsütoosi tulemusena suurenevad raku mõõtmed ja tuumade arv temas.

Opaalloom on nagu teisedki antud klassi esindajad hästi kohastunud amfibide elutsükliga. Konna tagasooles elutsedes paljunevad opaalloomad kogu aasta vältel sugutult. Peale kevadist kudemist eralduvad tsüstid vette. Suguline sigimine ja edasine areng toimub kullese organismis.

### Praktiline töö nr. 20. Händkingloom (*Paramaecium caudatum*). Püsipreparaat.

Kinglooma (joon. 5) suurus on kuni 0,3 mm, tema keha on kaetud pelliikuliga, mida läbivad arvukad ripsmed. Ripsme alusel asetseb basaalkеha. Ripsmed katavad rakku korrapäraste ridadena, mis talitlevad sünkroonselt. Tsütoplasma jaotub ektoplasmaks ja endoplasmaks. Ektoplasmas asetsevad trihhotsüstid – erilised kaitse-ründefunktsiooniga rakuorganellid. Vajadusel paiskub trihhotsüstist läbi erilise kanali välja peen vedelikujuga, mis kiiresti tardub vees ja on kõrvetava toimega. Oma loomult on trihhotsüstid muundunud basaalkеhad. Ektoplasmas on ka peen kiuline võrgustik – neurolasmaatiline võrgustik, mille abil on ripsmed ühendatud. Pelliikulis ja ektoplasmas asub välistoes – pelliikuli karkass.



**Joonis 4. Konna opaalloom.**

A - pildistatud faaskontrastmikroskoobi abil;

B - elutsüklil;

C - pildistatud tavalise mikroskoobi abil.

12,6 - võim. sugul. arengutsükli kestus

7,8 - sugul. polüüm

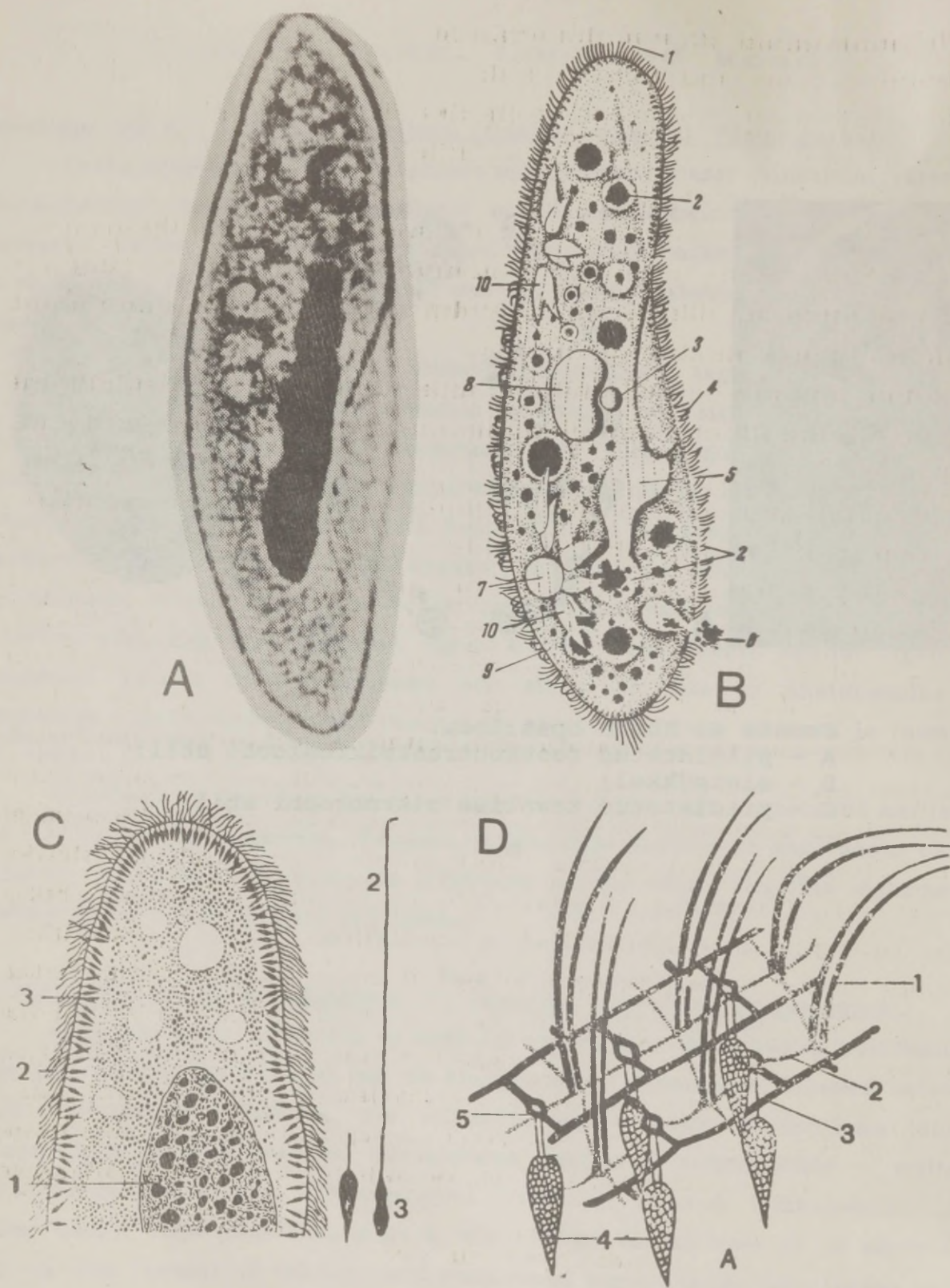
9, - tsükli aeg

3 - koonide aeg p. opalloom

4 - enesestõrjumise aeg

5 - 1 opalloom





**Joonis 5. Händkingloom (*Paramaecium caudatum*).**

A - mikrofoto; B - ehituse skeem: 1 - ripsmed; 2 - sedevakuool; 3 - mikronukleus; 4 - peristoom; 5 - tsütostoom, millest lähtub tsütofaarüüks; 6 - anaalpoorist väljuvad seedumatud jäänused; 7 - pulseeriv vakuool; 8 - makronukleus; 9 - trihhotsüst; 10 - toomakanalikesed.

C - trihhotsüstide paigutus ja ehitus: 1 - tuum; 2 - trihhotsüstist välja heidetud tardunud kiud; 3 - trihhotsüst.

D - skeem pelliikuli ja ektoplasma ehitusest: 1 - ripsmed; 2 - ripsmeid ühendav neuroplasmaatiline võrgustik; 3 - välistoes e. pelliikuli karkass; 4 - trihhotsüstid.



Toitumisülesannet täidavad rida organelle:

- 1) peristoom - süvend looma kõhtmisel alal;
- 2) tsütostoom (rakusuu) - peristoomi põhjas olev ala;
- 3) tsütofaarünx (rakuneel) - lühike kanal, mille põhjast kujuneb
- 4) sedevakuool (toitekublik).

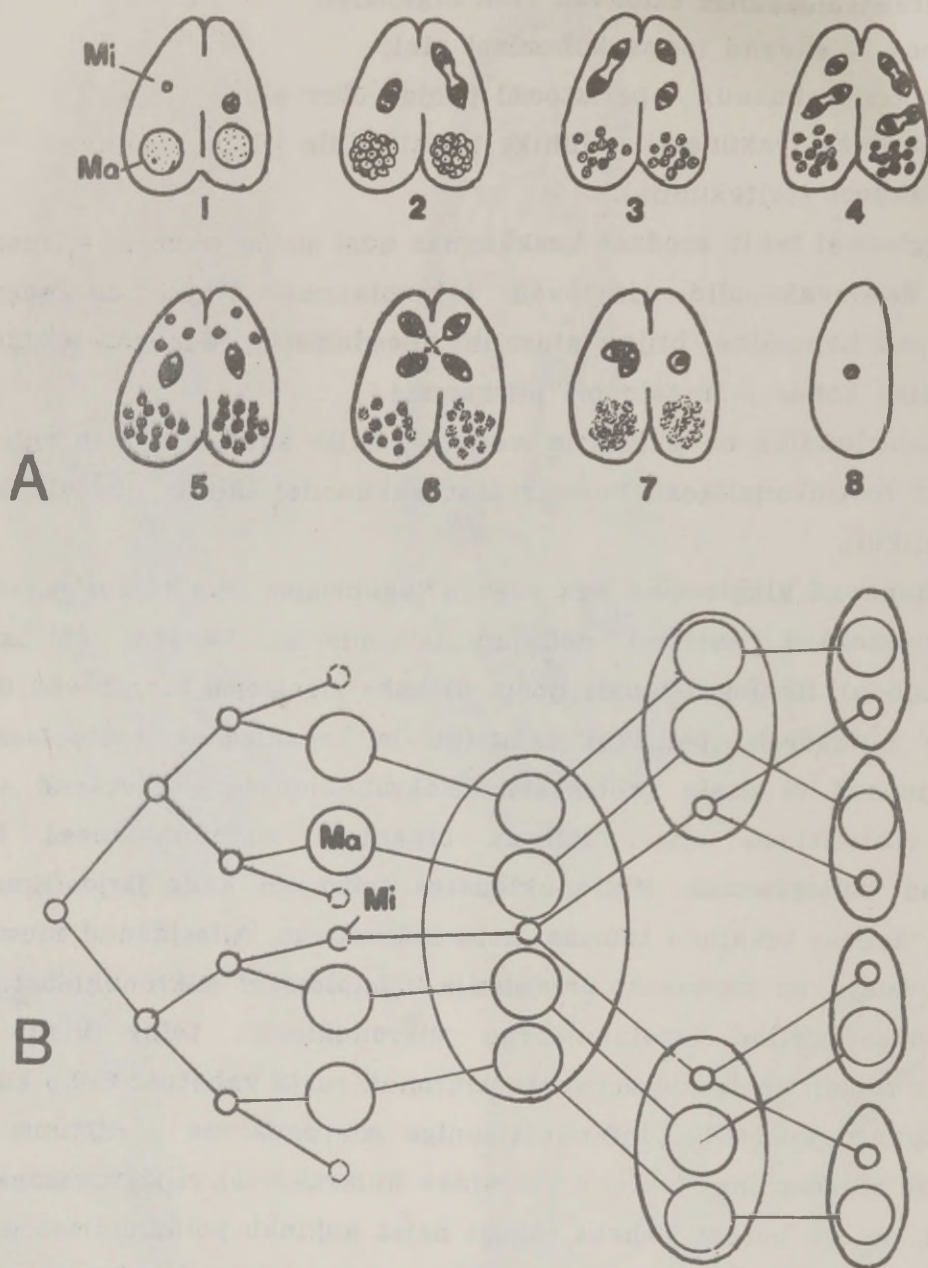
Kingloomal tekib soodsas keskkonnas uusi sedevakuoole kiirusega 1 vakuool minutis. Sedevakuoolid ringlevad tsütoplasmas. Algul on sedevakuoolides sisekeskkond happeline, hiljem aluseline. Seedumatud jäänused eraldatakse rakust alati kindlas kohas - anaalpoori piirkonnas.

Erituselundiks on pulseeriv vakuool, mille suunas kulgeb rida endoplasmas asetsevaid toomakanalikesi. Pulseerivast vakuoolist lähtub üks viimakanalike, mis läbib pelliikuli.

Paljunevad kingloomad kas sugutu jagunemise teel (algul jagunevad makro- ja mikronukleused, seejärel nõõrdub tsütoplasma kaheks) või sugulisel teel (konjugatsioon). Konjugatsioonil (joon. 6) kaks ripslooma kinnituvad üksteise külge kõhtmise pindadega, pelliikui lahustub ja organismide tsütoplasmad liituvad. Makronukleused ei osale protsessis. (Makronukleused vastutavad vegetatiivsete vormide elutalitluse eest). Mõlema organismi makronukleused lagunevad ja lahustuvad tsütoplasmas. Mikronukleustes toimuvad kaks järjestikust jagunemist (meioos!), neljast tekkinud tuumast kolm lahustuvad. Allesjäänud tuum jaguneb veel üks kord. Seega on kummaski organismis 2 haploidset mikronukleust, üks neist ei ole liikumisvõimeline (statsionaarne mikronukleus), teine liigub kõrvalrakku (migreeruv tuum). Peale migreeruvate mikronukleuste vahetust tekib kummaski rakus uus muutunud geneetilise informatsiooniga mikronukleus - liittuum (sünkaarüon,  $2n$ ). Selline sünkaarüoni teke on võrreldav hulkraksetel viljastumisega. Sünkaarüon jaguneb mõne aja pärast kaheks, ühest neist kujuneb polüploidiseerumise teel uus makronukleus. (*Paramaecium caudatum*il jaguneb sünkaarüon 8 tuumaks, neist 4 on makronukleused, 4 mikronukleused. Neljast mikronukleusest kolm lahustuvad, rakku jääb 4 makronukleust ja 1 mikronukleus. Järgmiste vegetatiivsete raku pooldumiste puhul jaguneb ainult mikronukleus, 4 makronukleust jaotuvad esimeste tütarakkude vahel).

Kingloom võib ebasoodsates oludes entsüsteeruda.





**Joonis 6.** Kinglooma konjugatsiooni kulgemine (A) ja tuumade jaotumine tütarrakkude vahel (B).

A - 1-5 - makronukleuste lagunemine ja mikronukleuste jagunemine, mille tulemusena tekivad haploidsed tuumad; 6 - tuumade vahetus; 7 - süнкаarüonide tekkimine; 8 - eraldunud rakk.

**Praktiline töö nr. 21. Epiteel-, side- ja lihaskoe paiknemine sea kaksteistsõrmik-soole seinas. Püsipreparaat.**

Ühesuguse ehitusega, talitlusega ja päritoluga loomsed rakud ja nende poolt produtseeritud rakkudevaheline aine moodustab kudesid (kr.k. 'histos' = kude). Vastavalt organismi neljale elementaarfunktsioonile (või elementaaromadusele) - piiristumisele, sisekeskkonnale, liikumisele ja reaktiivsusele - jaotuvad koed nelja suurde rühma ja need omakorda alarühmadeks.

I Epiteelkoed (katteepiteel, näärmeepiteel).

II Side- e. tugikoed (veri, lümf, retikulaarne sidekude, rasvkude, kohev sidekude, tihe sidekude, kõhrkude, luukude).

III Lihaskoed (silelihaskude, skeleti-vöõtlihaskude, südamelihaskude).

IV Närvikoed (närvikude kitsas mõttes, neuroglia).

Tutvuge püsipreparaadiga (väike suurendus) ja epiteelkoe (katteepiteel), sidekoe (kohev sidekude), lihaskoe (silelihaskude) paigutusega soole seinas. Pöörake tähelepanu rakkude asetusele ja rakkudevahelise ruumi suurusele erinevates kudedes. Joonistage.

**Praktiline töö nr. 22. Neuronite erinevad tüübid roti embrüo otsaju koores. Püsipreparaat. Hõbetamine Golgi järgi.**

Suuraju (otsaju) koore histoloogiline pilt sõltub kasutatavast histoloogilise töötlemise (eeskätt värvimise) meetodist. Värvides Golgi meetodilaju histoloogilisi lõike (hõbetamine), tulevad nähtavale üksikud pruuniks või mustaks muutunud närvirakud koos jätketega. Teised värvimismeetodid toovad tavaliselt esile kas ainult närviraku keha või jätked.

Leidke preparaadis erineva kuju ja jätkete arvuga neuroneid. Joonistage.

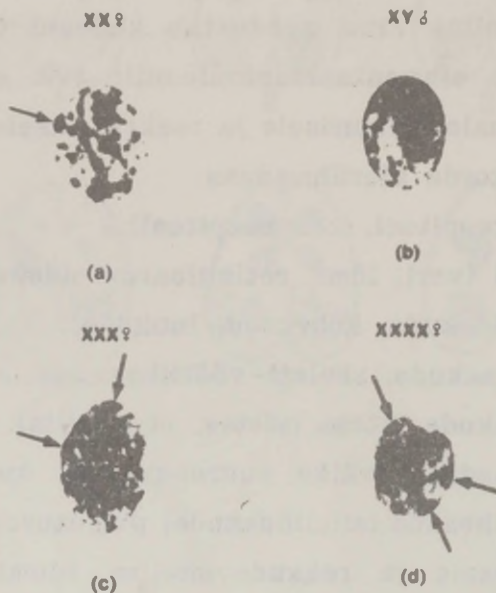
**Raku tuum interfaasi ajal.**

**Praktiline töö nr. 23. Raku tuum interfaasi ajal ja mitoosi profaasi ajal sibula (*Allium cepa*) juuretipu rakkudes. Püsipreparaat.**

**Praktiline töö nr. 24. Raku tuuma ehitus elektronmikroskoopia andmetel. Elektrogrammid ja skeemid.**

**Praktiline töö nr. 25. Sugukromatiini tuvastamine suuõõne limaskestast epiteelirakkude tuumades. Ajutine preparaat. Värvimine atseet-ortseliini 1% lahusega.**



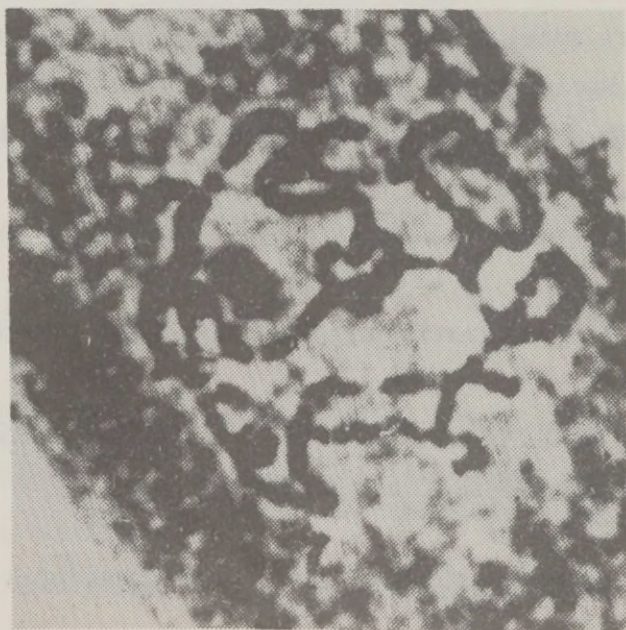


**Joonis 7.** Barri kehake suuõõne limaskesta epiteelirakkude tuumas.

(a) - üks Barri kehake normaalse naise rakutuumas;

(b) - normaalse mehe rakutuum;

(c) ja (d) - Barri kehakesed rakutuumas ebatavaliste karüotüüpide puhul.



**Joonis 8.** Polüteensed kromosoomid *Chironomus sp.* vastse süljenäärme raku tuumas. Mikrofoto püsipreparaadist.

Materjali äigepreparaadi valmistamiseks saate kaapides steriilse spaatliga oma suuõõne limaskestast põse piirkonnast. Saadud materjal tõmmake õhukese kihina alusklaasile lalali ja laske õhu käes ära kuivada. Tilgutage alusklaasile 1 tilk värvilahust ja laske sellel toimida 5 min. Asetage värvitilgale peale katteklaas ja mikroskopeerige. (Vt. ka joon. 7).

Praktiline töö nr. 26. Polüteensed kromosoomid kahetiivaliste seltsi esindajate (*Drosophila sp.*, *Chironomus sp.*) vastsete süljenäärme rakkude tuumades interfaasi ajal. Püsipreparaat.

Polüteensed kromosoomid (joon. 8) tekivad erandliku DNA-sünteesi (ja ka erandliku rakutsükli) puhul. Sellist kromatiidide arvu suurenemist kromosoomides nim. polüteeniaks. Esmakordselt kirjeldas hiidkromosoomi raku tuumas D. Balbiani 1881.a. Polüteensed kromosoomid esinevad paljudel kahetiivaliste seltsi esindajatel, paljudel taimedel ja mõningatel ainuraksetel.

Polüteensed kromosoomid moodustavad raku tuumas "pseudohaploidse" kromosoomide garnituuri - homoloogilised kromosoomid on tihedasti liitunud (nagu meioosi I profaasis), mille tõttu kromosoomide arv raku tuumas näib olevat vähenenud kaks korda.

Iseloomulikeks tunnusteks polüteensetele kromosoomidele on vöötid (diskide) ja puhvide olemasolu. Vöödid ilmnevad tumedamate piirkondadena. *Drosophila melanogaster*il on polüteensetes kromosoomides identifitseeritud ligi 5000 disk, mis vastavad ligilähedaselt aktiivsete geenide arvule vastavates rakkudes. Transkribeeritakse vastseperioodi ajal umbes 20% kogu DNA-st. F. Crick (1971) oletas, et aktiivselt transkribeeritav DNA (aktiivne geen) asetseb tegelikult vöötide vahelises piirkonnas. Hilisemad immuunotsütokeemilised uuringud kus kasutati RNA-polümeraasi vastaseid antikehasid, näitasid, et RNA-polümeraasi molekulid asetsevad tõepoolest tugevalt värvunud diskide vahelistes alades. Vöötid on hulgaliselt tuumavalku histoon-1, mis viitab selle lõigu piirides DNA tugevale kondenseeritusele.

Puhvide arv ja asetus sõltub vastse arengustaadlumist. Osa puhve on hormooni ekdizooni (nukkumist esilekutsuva hormooni) kontrolli all. On selgunud, et nn. varajaste puhvide poolt indutseeritud valgud indutseerivad omakorda hiliste puhvide kujunemist. Puhvide alas paiknevad eriti aktiivsed geenid.

Kromatiidide arv ühes polüteenses kromosoomis võib ulatuda sadadesse. Polüteensed kromosoomid kinnituvad üksteise külge, kinnitusk kohta nimetatakse kromotsentriks ja see koosneb erinevate kromosoomide kinetohooridest - aladest,



kuhu normis kinnituvad käävinliidid. *Drosophila*1 ühineb Y-kromosoom peaaegu täielikult kromotsentriga. Isastel kärbestel on seetõttu X-kromosoom poole peenem. Teisel ja kolmandal kromosoomil eristatakse õlgasid (2L, 2R, 3L, 3R), neljandal kromosoomil ja ka X-kromosoomil on kummalgi ainult üks õlg (tsentromeer asetseb akrotsentriliselt).

## Kromosoomid.

Kromosoomide komplekti jagunevas rakus nim. **karüotüübiks**. Karüotüübi analüüsiks peatatakse raku jagunemine metafaasis, selleks mõjutatakse rakke tsütostaatiliste ainetega (kolhitsiin, koltsemiid). Kromosoomide analüüsitakse kas otse preparaadil või preparaadist tehtud fotodel. Fotodelt väljalõigatud kromosoomide on võimalik rühmitada üldise suuruse ja tsentromeeri asetuse alusel – nii saadakse **karüogramm**.

**A-rühma** kuuluvad 1., 2. ja 3. kromosoom. Need on väga suured metatsentrilised (1. ja 3.) ja submetatsentrilised (2.) kromosoomid.

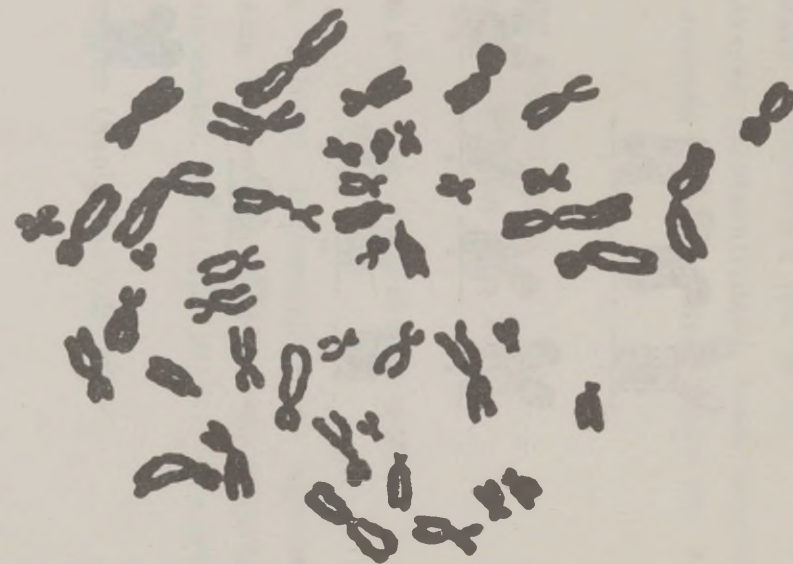
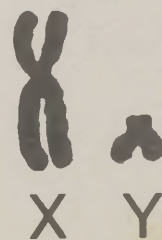
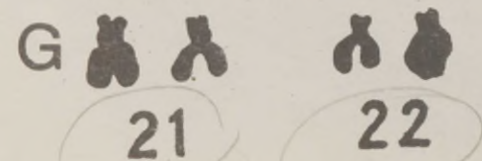
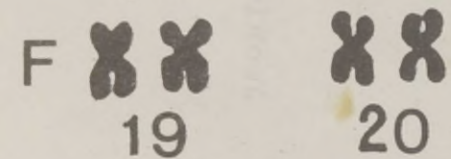
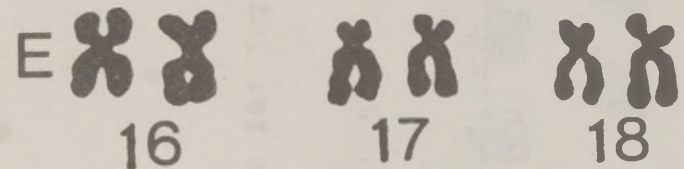
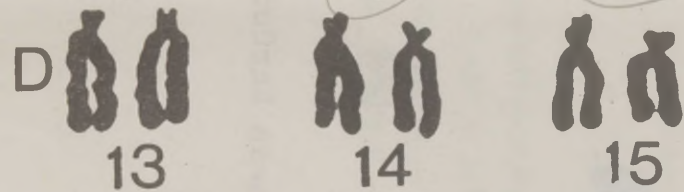
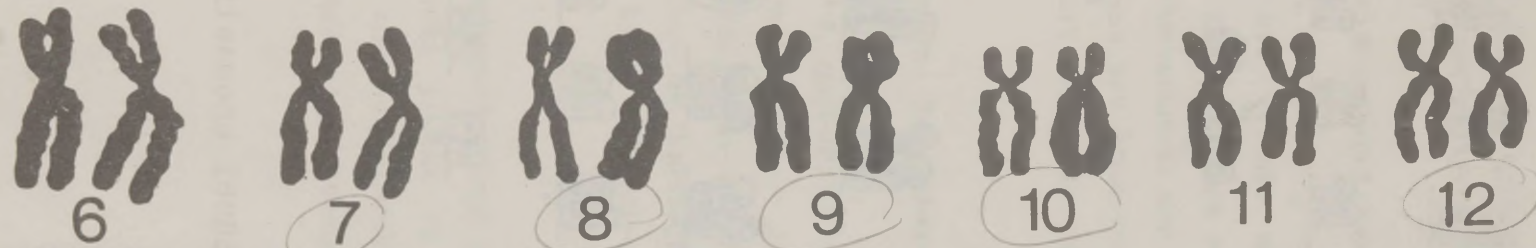
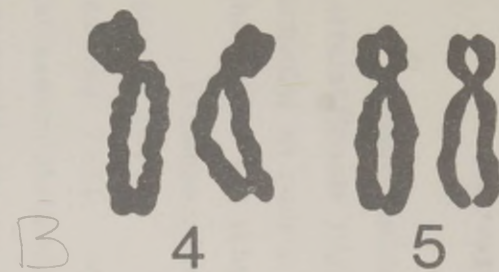
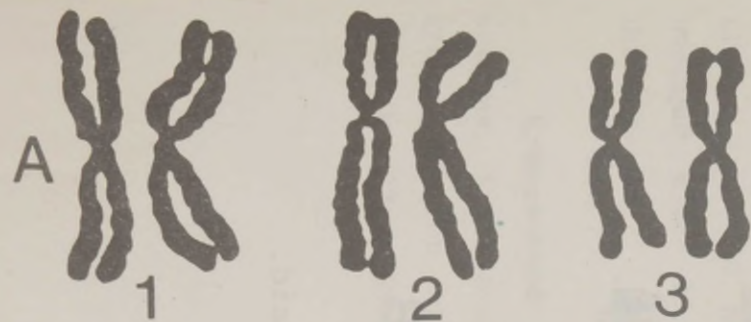
1. kromosoom on praktiliselt metatsentriline: lühema õla (p) ja pikema õla (q) pikkused on peaaegu võrdsed. Tsentromeeri-indeks (p-õla pikkuse suhe kromosoomi pikkusesse protsentides) on 48–49. q-õla pronksimaalses osas võib tihti näha sekundaarsoonist.
2. kromosoom on suurim submetatsentriline kromosoom, tema tsentromeeri-indeks on 38–40.
3. kromosoomi tsentromeeri-indeks on 45–46, ta on ligi 20% võrra lühem 1. kromosoomist.

**B-rühma** kuuluvad suured submetatsentrilised kromosoomid (tsentromeeri-indeksiga 24–30) – 4. ja 5. kromosoom.

**C-rühma** kuuluvad keskmise suurusega submetatsentrilised kromosoomid (6.–12. kromosoom). Standardvärvimise puhul on neid raske täpselt üksteisest eristada. X-kromosoom on suuruse poolest samuti siia rühma sobiv.

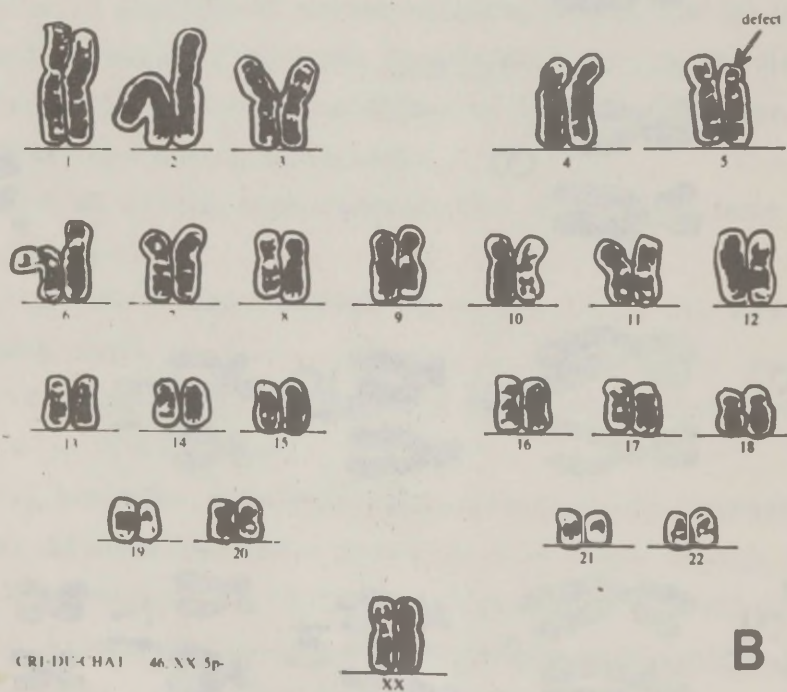
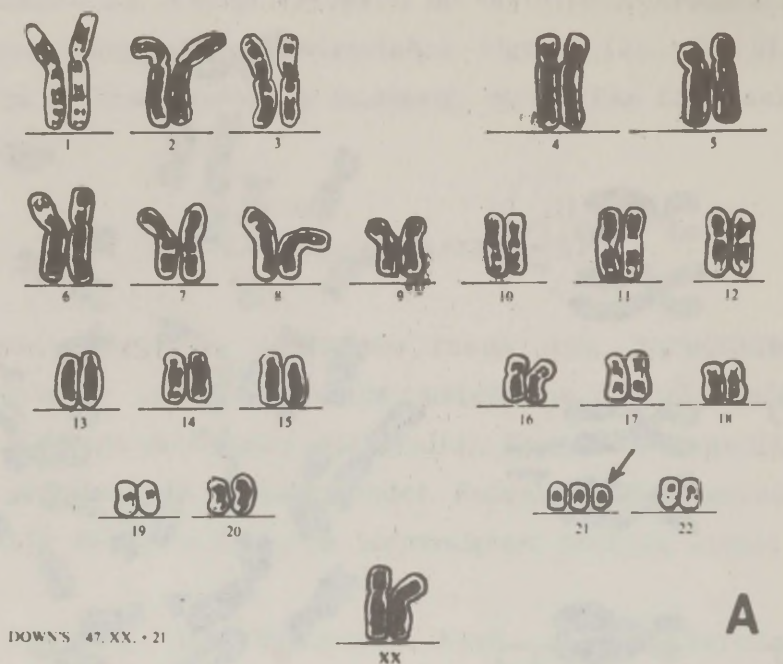
**D-rühmas** (13.–15. kromosoom) on keskmise suurusega akrotsentrilised kromosoomid, mille p-õla otsas on satelliit ja sekundaarsoonis.

**E-rühmas** (16.–18. kromosoom) on keskmised meta- või submetatsentrilised kromosoomid. 16. kromosoomi tsentromeeri-indeks on 40. q-õlas on 10% juhtudest sekundaarsoonis. 18. kromosoom on kuni 10% lühem kui 17. kromosoom. Tsentromeeri-indeksid 17. ja 18. kromosoomil vastavalt 31 ja 26.



Joonis 9. Inimese karüogramm.





**Joonis 10.** Inimese karütüübi anomaaliaid.

<sup>metatsentrilised</sup>  
F-rühma kuuluvad väikesed autotsentrilised kromosoomid (19. ja 20).

G-rühma (21. ja 22.) kromosoomid on väikesed akrotsentrilised, tsentromeeri-  
indeksiga 13-33. Y-kromosoom on suuruse ja kuju poolest sobiv siia rühma,  
kuigi tal puuduvad satelliidid.

#### Praktiline töö nr. 27. Inimese karüogrammi koostamine.

Koostage karüogramm, kasutades eeskujuna joon. 9 ja 10.

### **Kromosoomide arv ja mõõtmised.**

Kromosoomide arv ei ole mitte niivõrd liigispetsiifiline, kuivõrd on korrelatsioonis liigi asukohaga oma suurema taksoni piirides. Näiteks ainuraksetel loomadel on suurim kromosoomide arv ripsloomadel. Lähedastel liikidel on sageli kas ühesugune või lähedane arv kromosoome.

Kromosoomide arv erinevates taksonites (haploidne garnituur):

Seened: 4-10;

Samblad: 7-11;

Katteseemnetaimed: tamm- 24, vaher- 26, pärn- 82, kuusk- 24;

Ümarussid: solge- 2;

Vähilaadsed: sõudik- 6, merevähk- *Cambarus clarkii*- 100;

Putukad: *Drosophila melanogaster*- 4, *Bombyx mori*- 28;

Amfiibid: *Triturus viridescens*- 11, *Triturus cristatus*- 18, *Rana pipiens*- 13;

Linnud: tuvi- 80, kana- 39, kalakajakas- 33;

Imetajad: koer- 39, kass- 19, hiir- 20, rändrott- 21, veis- 30, šimpans- 24, inimene- 23.

Kromosoomide mõõtmised mitoosi metafaasis on vahemikus 1  $\mu\text{m}$ - 30 $\mu\text{m}$ . Inimese suurima, 1. kromosoomi pikkus on  $6,8 \pm 1,4 \mu\text{m}$ . DNA molekuli pikkus selles kromosoomis on 7,3 cm. Kondensatsiooniate on seega 19 000-kordne. Inimese väikseim, 22. kromosoom on pikkusega  $1,36 \pm 0,3 \mu\text{m}$ .



## **Kromosoomide värvimisest tsütoloogilistes preparaatides.**

Rakutuumade kromatiline värvuiseks kasutatakse aluselisi tsütoloogilisi värve (hematoksülin, gallotsüaniin, ortseiin jt.). Sellised värvid värvivad ka mitoosi-kromosoome, kuid ei too esile kromosoomide sisestruktuuri. Käesolevaks ajaks on välja töötatud rida värvimismetoodikaid, mis võimaldavad ühes ja samas kromosoomis esile tuua erinevaid alasid ehk vööte (diske). Sellised värvimismeetodid võimaldavad täpsemalt eristada samasuurusi kromosoome, samuti teha kindlaks kromosoomide sisestruktuuri muutusi (kromosoommutatsioonid).

### **Värvimine G-vöötide esiletoomiseks.**

Preparaati (alusklaasile kinnitunud fikseeritud rakke) töödeldakse esmalt proteaasi lahusega (trüpsiin, pronas) või kuuma soolalahusega. Selline töötus eemaldab kromosoomidest aluselisi valke, eeskätt eraldub histoon-1. Seejärel värvitakse preparaati Glemsa värviga (azuur-eosiin, eosiin-metüleensinise ja azuur-II lahus metanoolis). Värvuvad alad (vöödid), kus natilivs DNA molekulis asuvad tugevasti kondenseeritud (seega mittetranskribeeritavad) piirkonnad.

### **Värvimine Q-vöötide esiletoomiseks.**

Värvimiseks kasutatakse fluorestsentsvärvi quinakriini. Uurides preparaati luminescents-mikroskoobis on preparaadis nähtavad kollased erineva intensiivsusega vöödid. Värvaine seostub adenosini- ja tüminirikaste (AT-paarid) DNA piirkondadega.

### **Värvimine C-vöötide esiletoomiseks.**

Preparaati töödeldakse aluselise lahusega või kuumutatakse. Seejärel hoitakse preparaati pikemat aega 60°C juures ja värvitakse Glemsa värviga (või ka ühe fluorestsentsvärviga - bensimidazooli derivaadiga „Hoechst 33258“). Kuumutamine põhjustab DNA denaturatsiooni. Jahutamise ajal algab DNA renaturatsioon. Renatureeruvad eeskätt kordusjärjestused, mis ka värvuvad eelistatult. Seega tekivad C-vöödid mittetranskribeeritavatesse, konstitutsioonilise heterokromatiinirikastesse kromosoomi piirkondadesse.

### **Värvimine R-diskide esiletoomiseks.**

DNA denatureeritakse kuumutamise (60°C). Töötlemisrežiim valitakse selline, et AT-paarid (kergeini lagunevad) on jõudnud laguneda, GC-paarid, kui vastupidavamad, veel mitte. Preparaati värvitakse akridiinoranžiga, mis ühineb nii kaheaheelalise DNA-ga, kui ka üheaheelalise DNA-ga. Üheaheelalised alad annavad oranži fluorestsentsi, kaheaheelalised alad – helerohelise fluorestsentsi.

### **Värvimine antikehade abil.**

On välja töötatud antikehasid väga mitmete kromosoomide komponentide vastu. Näiteks on saadaval antikehad erinevate nukleotiidide (adenosiin, tsütosiin, metüültsütosiin), kromosoomi struktuurvalkude (histoon-1), DNA-ga seotud ensüümide (RNA-polümeraasid) vastu. Antikehasid on võimalik siduda fluorestseeruva värvaine molekuliga ja seega kindlaks teha antikena seostumiskoha asupaik.

### **Diferentsiaalvärvimine.**

See 1970. aastate lõpul väljatöötatud meetod võimaldab ühes preparaadis eristada erineva keemilise koostisega DNA piirkondasid. Preparaati töödeldakse algul antibiootikumi kromomütsiini (või mitramütsiini) lahusega. Need antibiootikumid moodustavad GC-rikaste DNA piirkondadega ühinedes fluorestseeruva kompleksi. Seejärel värvitakse sama preparaati 4,6-diamino-2-fenüülindooli lahusega (DAFI), mis ühineb AT-rikaste aladega, andes erineva fluorestsentsi.

## **Kromosoomide kaardistamisest.**

Kromosoomide kaardistamine – see on geenide lokaliseerimise kindlakstegemine kromosoomis. Geenide kaardistamisel lähtutakse eeskätt mitoosi-kromosoomidest, kus kromosoomi lühem õlg (p) ja pikem õlg (q) on jagatud mitmeteks väiksemateks lõikudeks. Kuna interfaasi-kromosoom mitoosi profaasis kondenseerub (pakitakse kokku) väga keerukalt, siis võib ühes mitoosi-kromosoomi lookuses (näiteks ühes vöödis) asetseda „üksteise taga“ kümneid geene. Kromosoomide kaardistamisel on tänuväärseks materjaliks antud liigi mitmesugused kromosoommutatsioonidega organismid – näiteks deletsiooni konkreetses kromosoomis seostatakse fenotüübis avalduvate defektidega. Paljude liikide puhul on geenide lokaliseerimine kromosoomides suhteliselt hästi teada (mõningad seened, taimed, putukad – näiteks äädikakärbes, imetajatest hiir ja rott). Kuna inimesega on võimatu geneetiliselt



eksperimente läbi viia, on ka inimese geneetiline analüüs ja kaardistamine raske. Alles 1956. a. tuvastati kromosoomide arv inimesel ( $n=23$ ). Oletatakse, et struktuurgeenide arv inimesel on umbes 50 000 (maksimaalselt 100 000), kuigi DNA-d jätkuks ka 100 korda suurema hulga geenide jaoks. On selgunud, et 1200 geenil on olemas alternatiivsed alleelid (alleelsete geenide osatähtsus arvatakse olevat kuni 30% kõikidest geenidest). Alleelsetest geenidest neljandik on sellised, mille erinevad alleelid ei näi omavat olulist tähtsust – nad määravad ära selliseid tunnuseid nagu näiteks vererühmad või naha pigmentatsiooni aste. (Tegelikult on ka sellistel tunnuse variantidel oluline tähtsus evolutsiooniprotsessi selsukohalt). Üle 900 alleelse geeni osas on teada alleelid, mis avaldumise korral põhjustavad pärilikke haigusi. (Inimese pärilikke haigusi on teada tunduvalt rohkem, kuid väga paljudel juhtudel ei ole teada geeni lokalisatsioon kromosoomides). Edu inimese kromosoomide kaardistamisel oli visa tulema. Näiteks 1975. aastaks oli teada igas kromosoomis vähemalt ühe geeni lokalisatsioon, X-kromosoomi kohta isegi üle saja geeni täpne asukoht. Suuremat edu on saavutatud viimastel aastatel, kui võeti kasutusele rida uusi meetodeid.

Üheks selliseks on kromosoomipreparaadil kromosoomse DNA ja radioaktiivselt märgistatud komplementaarse RNA *in situ* hübridiseerimine. Meetod põhineb sellel, et konkreetsete DNA lõikude või isegi üksiku lõigu (geeni) alusel sünteesitakse katseklaasis ehk *in vitro* komplementaarne radioaktiivselt märgistatud RNA molekul ( $^3\text{H}$ -cRNA), mida kasutatakse omakorda preparaadis vastava DNA lõigu asukoha määramiseks. Nähtavaks tehakse vastav lookus tavaliselt autoradiograafiliselt. Kasutusel on ka mitteradioaktiivsed molekulide märgistamise meetodid (fluorestseeruvad sondid).

Teiseks oluliseks meetodiks on nn. **somaatiliste rakkude liitmise** meetod. Diferentseerunud somaatilisi rakke on võimalik eksperimentaalselt liita (selleks kasutatakse näiteks rakkude plasmamembraanide töötlemist polüetüleenglükooliga). Liituvad ka erinevate liikide rakud. Liitumise tulemusena tekkinud rakud (nn. heterokarüonid: inimene-hiir, kana-hiir jne.) on võimelised jagunema, seejuures saavad tütararakud kaasa erineva arvu erineva liigi kromosoomi. Paralleelselt uuritakse nende rakkude fenotüüpi, kasutades tsütokeemilisi ja biokeemilisi meetodeid (näiteks marker-ensüümide uurimine). Kui mingi ensüümi aktiivsuse kadumisega rakus kaasneb konkreetse kromosoomi kadumine, võib arvata, et geen lokaliseerub just selles kromosoomis. Edasine uurimine võimaldab geeni asupaika kromosoomis täpsustada.

Viimasel ajal on kromosoomide uurimisel kasutamist leidnud ka lasertehnika

(kromosoomide vigastamine enne somaatilist hübriidiseerimist) ja kromosoomide või nende fragmentide mikrokirurgiline ülekandmine rakust rakku (ka liigilt liigile).

Praktiline töö nr. 28. Kromosoomide värvimine inimese leukotsüütides Giemsa meetodil G-vöötide esiletoomiseks.

Koekultuuri tingimustes paljundatud, kolhitsiiniga töödeldud ja fikseeritud rakususpensioonist võtke automaatpipetiga 5-10 µl suspensiooni. Suspensioon kandke ettevalmistatud alusklaasile ja süüdake 3 sekundi pärast põlema (süütamiseks on soovitatav kasutada gaasil töötavat välgumihklit). Kogu töötlemise ajal asetseb preparaat klaaspulkade peal värvimisvanni kohal. Valmistage värvilahus. Selleks segage 0,4 ml Giemsa värvi varulahust ja 2,5 ml (2,4-4,0 ml) tsitraatfosfaatpuhvrit (pH=5,6). (Ühest värvilahuse portsionist piisab kahele preparaadile). Võtke 2,0 ml värvilahust ja pipeteerige see ettevaatlikult preparaadile üle kogu alusklaasi. Värvige toatemperatuuril 15 min. Loputage kraanivee joa all (kasutage pesupudelit). Kuivatage õhu käes. Otse alusklaasile kandke 1 tilk immersioonõli ja mikroskopeerige, kasutades 90x suurendusega õlimmersioonobjektiivi. Kromosoomidel on nähtavad tugevalt värvunud vöödid - G-vöödid.

*Katteklaas ei pane*

*G vöödid*



Küsimused:

1. Valgusmikroskoobi optiline süsteem: ehitus, teoreetiline ja praktiline suurendusvõime.
- + 2. Valgusmikroskoobi teoreetiline ja praktiline lahutusvõime. lk. 5, 6
- ? 3. Valgusmikroskoobi mehhaaniline komponent, sellele esitatavad nõudmised.
4. Plastiidide ehitus, talitus, eri vormide omavahelised seosed.
5. Plasmolüüsi olemus ja selle esiletoomise võimalused.
6. Taimeraku, seenraku ja loomaraku ühised jooned ja erinevused.
7. Taimsed koed, nende iseloomustus.
8. Loomsed koed, nende iseloomustus.
9. Konna opaallooma elutsükel.
10. Kinglooma toitumisega seotud struktuurid ja seedimise kulg.
11. Kinglooma kehapiinna ehituslikud ja talituslikud iseärasused.
12. Kuidas asetsevad interfaasi ajal loomse raku tuumas kromosoomid?
13. Interfaasituuma ehitus.
14. Kuidas moodustub tuumake, selle ülesanne rakus?
15. Mis on polüteensed kromosoomid ja kuidas nad on ehitatud?
16. Kuidas talitlevad hiidkromosoomid?
17. Mis on sugukromatiin ja milline on tema diagnostiline tähtsus?
18. Milline seos on rakutuumas olevate kromosoomide arvu ja sama organismi evolutsioonilise arengutaseme vahel?
19. Mida kujutavad endast vöödid hiidkromosoomidel, nende erinevus (või sarnasus) mitoosi-kromosoomide G-vöötidega.
20. Mida kujutavad endast mitoosi-kromosoomide C-vöödid, nende erinevus (või sarnasus) G-vöötidega?
21. Milliste ülesannete lahendamiseks uuritakse mitoosi-kromosoomide?
22. Kuidas kaardistatakse kromosoomide tainedel ja loomadel?
23. Milleks koostatakse kariograme?
24. Kust ja kuidas saadakse materjal inimese kromosoomide analüüsiks?
25. Kuidas on võimalik välja selgitada geenide asukohti inimese kromosoomides?
26. Milliste parameetrite järgi grupeeritakse inimese kromosoomide?

## Rakutsükkel.

Paljunevates e. prolifer eeruvates rakkudes vahelduvad interfaas ja raku jagunemine (mitoos) perioodiliselt. Raku eluringi mitoosi lõpust läbi interfaasi järgmise mitoosi lõpuni nimetatakse rakutsükliks, selleks kuluvat aega aga generatsiooniajaks. Generatsiooniaeg on erinevatel organismidel väga erinev, olles mõni minut bakteritel ja mitmest tunnist mitme kuuni kõrgematel organismidel. Näiteks rakuliinil HeLa (inimese emakakaela vähkkasvaja rakud) on generatsiooniaja pikkuseks 23 tundi, kusjuures erinevate perioodide kestus on järgmine:  $G_1$ -periood- 12 tundi, S-periood- 5 tundi,  $G_2$ -periood- 5 tundi, mitoos- 1 tund. Teatud erijuhtudel võivad rakud jääda pikemaks ajaks peatuma mõnda rakutsükli perioodi. Näiteks on marrasknaha epiteelirakud peatunud  $G_2$ -perioodis, olles seejuures valmis mitoosiks ja seeläbi vigastuse parandamiseks. Erandiks on ootsüüdid, mis võivad näiteks inimesel olla reduktsioonjagunemise profaasis aastakümneid. Mõningad imetajate rakutüübid, läbinud teatud arv kordi rakutsükli, väljuvad sellest ja jäävad nn. püsivasse interfaasi (tähistus  $G_0$ ). Sellisteks rakutüüpideks on neuronid, kardiomüotsüüdid e. südamelihaskoe rakud, müotsüüdid e. skeletivöötlihaskoe rakud.

## Mitoos.

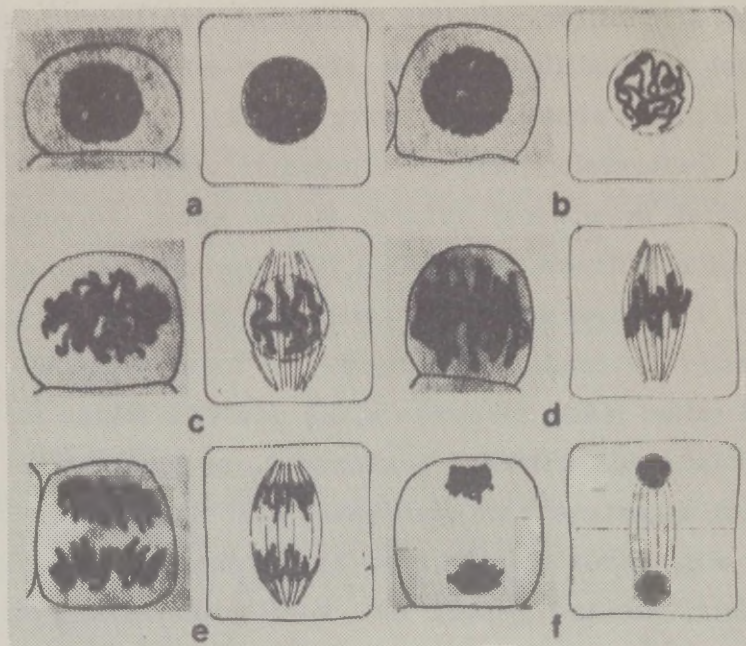
Mitoosi teel jagunevad hulkraksete organismide somaatilised e. keharakud. Mitoosi tulemusena tekkinud kaks tütarrakku erinevad eellarakust ainult oma väiksemate mõõtmete poolest, geneetiliselt ja fenotüübi poolest on nad identsed (kui muidugi ei olnud häiritud mitoosi kulgemine, näiteks kromatiitide lahknemine). Mitoosi eelduseks on, et interfaasi sünteesiperioodil (S) toimub DNA replikatsioon ja S- ja  $G_2$ -perioodil moodustub seega igas kromosoomis teine kromatiid (kui kromosoomid nüüd kunstlikult kondenseerida on nad X-tähe kujulised). Tähtis on ka, et lisaks kromosoomi koosseisu kuuluvatele valkudele toimuks enne mitoosi algust rakus käävissüsteemi valkude süntees.

Tähtsamad sündmused mitoosi ajal:

Profaasis algab kromosoomide kondenseerumine (lühenemine). Kaob tuumake (tuumakese moodustavad kromosoomid n.ö. võtavad oma osad e. NOR-piirkonnad tagasi), laguneb tuumakate (selle fragmendid võivad sattuda erinevatesse tsütoplasma aladesse), tsentrioolid asetuvad erinevatele tuuma poolustele, algab käävisüsteemi kujunemine.

Metafaasis lühenevad kromosoomid maksimaalselt ja asetuvad käävisüsteemi





**Joonis 11.** Mitoos õistaimel. Mikrofoto ja skeem.

- a - interfaas;
- b - varajane profaas;
- c - hiline profaas;
- d - metafaas;
- e - anafaas;
- f - telofaas.

kesktasapinnale (ekvatoriaaltasapinnale). Kääviniidid on kinnitunud iga kromosoomi erinevate kromatiitide tsentromeeride läheduses paiknevatele nn. kinetohooridele.

Anafaasis eralduvad iga kromosoomi kromatiidid üksteisest ja tänu kääviniitide aktiivsele lühenemisele eralduvad nad eri poolustele.

Telofaasis on kromatiidid maksimaalselt koondunud poolustele, ekvatoriaaltasapinna kohale hakkab kujunema vahesein - tütarakkude plasmamembraan. Tütarakkudes moodustub tuumamaterjali ümbritsev tuumakate. Tsentriool jaguneb ja moodustub rakutsenter.

#### Praktiline töö nr. 29. Mitoos sibula juuretipu rakkudes. Püsipreparaat.

Leidke preparaadis interfaasis ja erinevates mitoosi staadiumides olevad rakud ja joonistage vihkusse (vt. ka joon. 11).

### **Meloos.**

Meloos on eriline rakujagunemise viis, mille käigus eellarakust (somaatilise rakust) tekib neli sugurakku  <sup>või eost</sup> (haploidse kromosoomistikuga tütarrakku). Meloos koosneb kahest poolest (reduktsioonjagunemisest ja ekvatsioonjagunemisest), mis kumbki koosneb neljast faasist (nimetused samad mis mitoosil).

Reduktsioonjagunemise profaasis (I profaasis) toimuvad samad sündmused, mis mitoosi profaasis. Iseärasuseks on aga see, et I profaasis toimub erakordselt oluline geneetiline protsess - krossing-over (crossing-over) e. rist-siire. Esmalt moodustuvad homoloogiliste kromosoomide paarid (bivalendid), kusjuures kromosoomid kinnituvad teineteise külge erilliste sidemete abil (kiasmid). Kuna iga kromosoom on sel ajal ehitatud kahest kromatiidist, siis on bivalentis koos neli ühesugust DNA molekuli e. kromatiidi. Bivalenti moodustumise käigus tekivad sidemed (kiasmid) erinevate kromatiidide vahele. I profaasi lõpul homoloogilised kromosoomid eemalduvad teineteisest, seejuures kiasmid katkevad ja eri kromatiidid vahetavad omavahel võrdseid osasid. Krossing-overi tähtsus ongi selles, et kromatiidides toimub geneetilise materjali (alleelsete geenide erinevate alleelide) ümberkombi-  
neerumine. Protsess on juhuslik (kord vahetuvad suuremad, kord väiksemad lõigud) ja haarab paljusid geene (tihedalt kondenseerunud kromatiidi väiksemadki lõigud võivad sisaldada kümneld ja sadu alleele). Peab tunnistama, et mitmedki momendid krossing-overi mehhanismis on praeguseks ajaks veel selgusetud.

I metafaasis koonduvad kromosoomid ekvatoriaaltasapinnale.

I anafaasis lahknevad poolustele homoloogilised kromosoomid. Ka see protsess



1



2



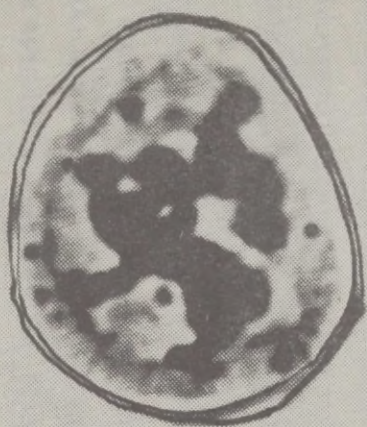
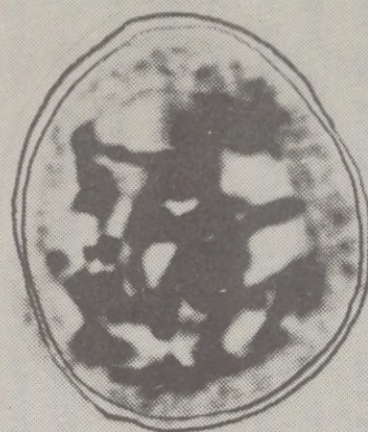
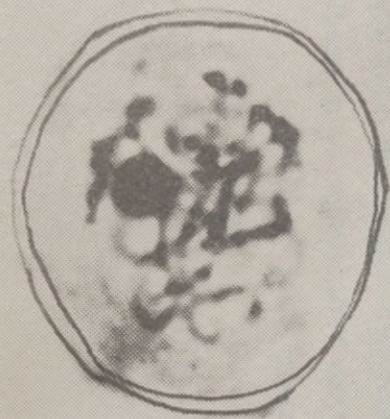
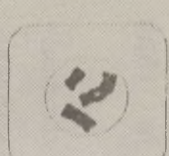
3



4



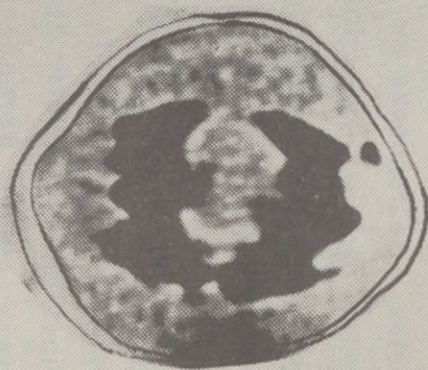
5



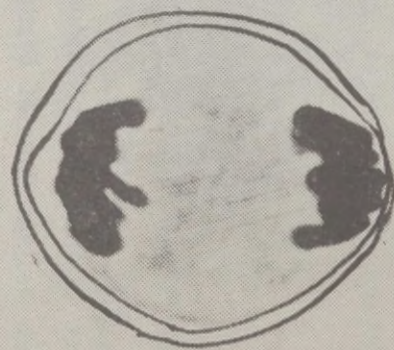
6



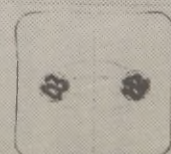
7A



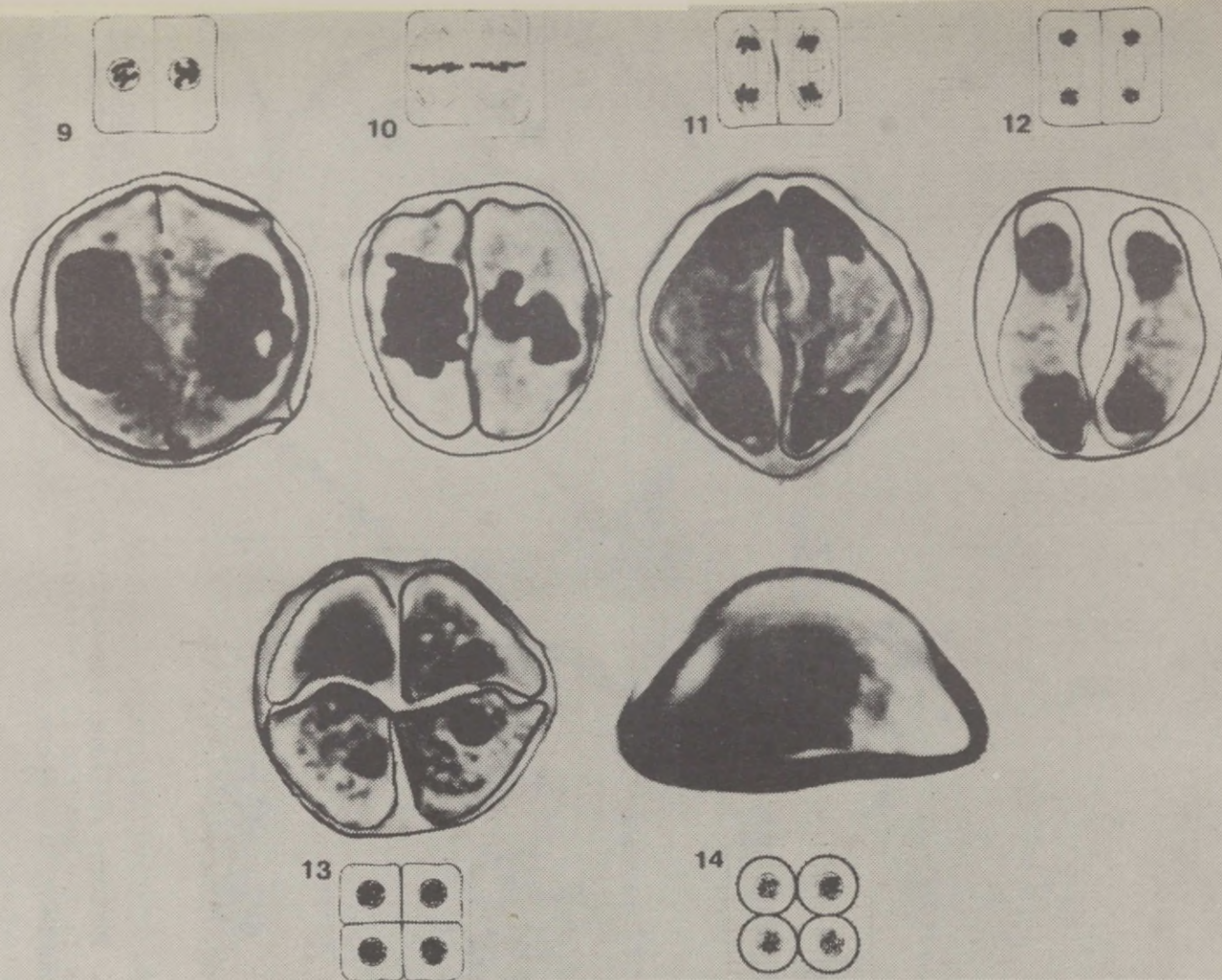
7B



8







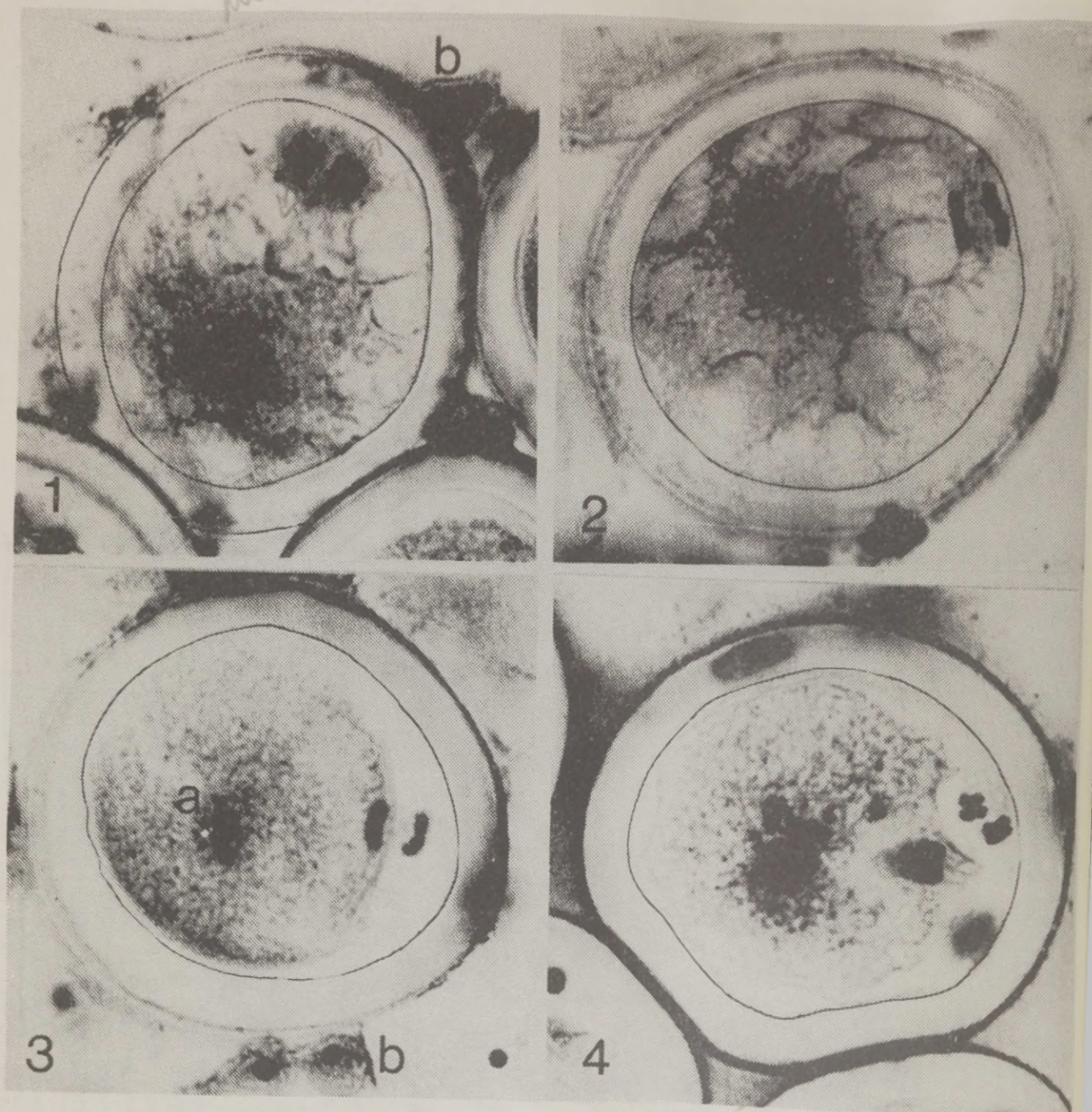
**Joonis 12.** Meioos sibula tolmukottides ja tolmuterade tekkimine (mikrosporogenees).

Meioosi reduktsioonjagunemine 1-9.

Meioosi ekvatsioonjagunemine 10-14.

Profaas I: 1 - leptoteen; 2 - sügoteen; 3 - pahhüteen; 4 - diploteen; 5 - diakinees; 6 - metafaas I; 7a - varajane anafaas I; 7b - hiline anafaas I; 8 - telofaas I; 9 - diakinees; 10 - profaas II; 11 - metafaas II; 12 - anafaas II; 13 - telofaas II; 14 - tetraad; 15 - ~~noored tolmuterad~~.





**Joonis 13. Meioos solkme (*Ascaris sp.*) oogeneesis. Mikrofoto.**  
 1 - metafaas I; 2 - anafaas I; 3 - telofaas I; 4 - anafaas II.  
 a - isaspronukleus, b - sperm.



on juhuslik. (Juhuslik on piltlikult öeldes see, milline kromosoom homoloogiliste kromosoomide paarist liigub „vasakule poolusele“, milline „paremale poolusele“. Ühest paarist liigub „vasakule poolusele“ isalt saadud kromosoom, teisest paarist aga sama tõenäosusega näiteks emalt saadud kromosoom. Ühe paari lahknemine ei sõltu teise paari lahknemisest.) Tekkinud tütararakud sisaldavad seega poole vähem kromosoome kui eellasrakk, iga kromosoom on seejuures kahekromatiidiline. Võrreldes eellasrakuga on iga kromatiidis muutunud ka alleelne koosseis.

#### I telofaasis eralduvad tütararakud.

Ekvatsioonjagunemise profaasis (II profaasis) valmistub tütarakk omakorda jagunemiseks.

#### II metafaasis kogunevad kromosoomid ekvatoriaaltasapinnale.

#### II anafaasis lahknevad eri poolustele kromatiidid.

#### II telofaasis eralduvad tütararakud.

Ekvatsioonjagunemine on seega sarnane mitoosiga. Rõhutada tuleb seda, et kromatiidide lahknemine on juhuslik ja sõltumatu protsess, mis annab oma panuse geneetiliselt erineva alleelse koosseisuga sugurakkude tekkimisele. Sugurakud on niisiis haploidsed (inimesel  $n=23$ ), iga kromosoom on seejuures ühekromatiidiline (inimesel  $c=23$ ). Suguraku geneetiline valem on  $(1n, 1c)$ , kus  $n$  on kromosoomide arv ja  $c$  kromatiidide arv (ja ka DNA molekulide arv).

#### Praktiline töö nr. 30. Meloos õistaime (sibula) tolmukottides (mikrosporogenees).

Leidke püsipreparaadis kõik meloosi staadiumid (vt. ka joon. 12).

#### Praktiline töö nr. 31. Meloos loomses organismis – solkmel (*Ascaris sp.*).

Leidke püsipreparaadis kõik meloosi staadiumid (vt. ka joon. 13).

### **Oogenees. Spermatogenees.**

#### Praktiline töö nr. 32. Oogeneesi ja spermatogeneesi kulg inimesel. Skeemid.

#### Praktiline töö nr. 33. Kass (*Felis domestica*) munasarj. Püsipreparaat.

Preparaadis tuleb üles leida ja joonistada vihikusse primaarsete folliikulite rühm, sekundaarsed folliikulid ja Graafi pöieke. Pöörake tähelepanu ootsüüdi mõõtmetele nendes struktuurides (vt. ka joon. 20).



Praktiline töö nr. 34. Roti (*Rattus norvegicus*) seemnesari. Püsipreparaat.

Pöörake preparaadis tähelepanu spermatogoonide, I ja II järku spermatotsüütide, spermatilidide ja spermatozoidide e. spermide paigutusele üksteise suhtes ja nende suurusele (vt. ka joon. 18).

Praktiline töö nr. 35. Aksolotli spermatozoidid. Püsipreparaat.

## Varajane embrüogenees.

### Sügoodi lõigustumine.

Lõigustumise kirjeldamiseks on kasutusel mitu erinevat klassifikatsiooni.

#### I klassifikatsioon.

Lõigustumise põhitüüpe on neli vastavalt sellele, kuidas sisaldub munarakus (sügoodis) varuaineid (eeskätt rebu) ja kuidas see jaotub esimeste blastomeeride vahel.

I tüüp. Võrdse jaotusega (ka blastomeerid on võrdse suurusega), täielik (lõigustumine haarab kogub sügoodi ruumala) lõigustumine. Esineb keelikloomadel (süstikalast imetajateni), kellele on iseloomulik oligoletsitaalsete (vähese rebuga) või isoletsitaalsete (rebu hajusa paigutusega) munarakkude olemasolu (joon. 14).

II tüüp. Ebavõrdse jaotusega täielik lõigustumine – on amfibidel, kellel on nõrgait teloletsitaalsed (otsrebused) munarakud (joon. 15).

III tüüp. Ebavõrdse jaotusega osaline (ainult sügoodi pindmist piirkonda haarav) lõigustumine – on molluskitel, skorpionidel, luukaladel, roomajatel ja lindudel, kellel on tugevalt teloletsitaalsed munarakud.

IV tüüp. Ebavõrdse jaotusega osaline (sügoodi keskalast lähtuv) lõigustumine – esineb putukatel, kellel on tsentroletsitaalsed (keskrebused) munarakud.

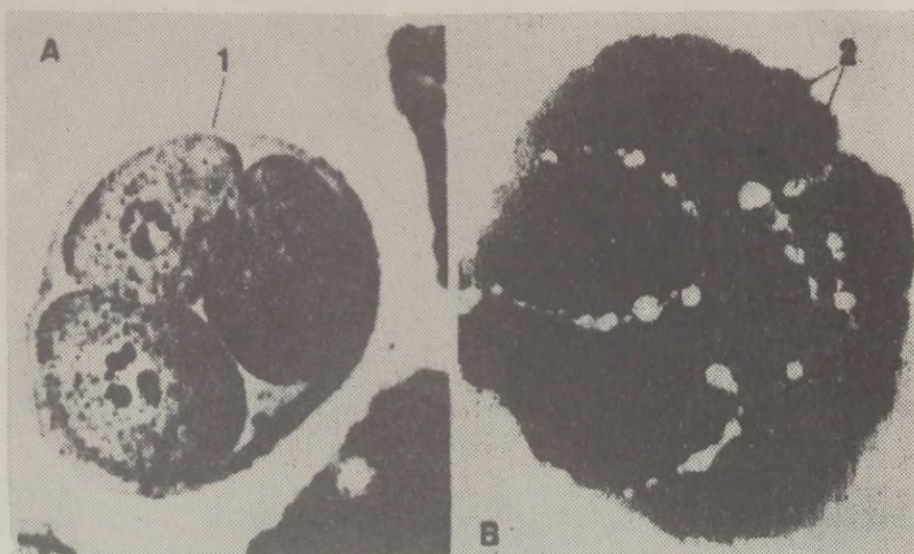
#### II klassifikatsioon.

Selle liigituse aluseks on lõigustumisel tekkinud tütarakkude (blastomeeride) vastastikune asetus.

I tüüp. Radiaalne lõigustumine – on iseloomulik käsnadele, okasnahksetele ja keelikloomadele (imetajad kaasa arvatud).

II tüüp. Spiraalne lõigustumine – esineb molluskitel, lameussidel ja rõngussidel.

III tüüp. Bilateraalne lõigustumine – esineb ümarussidel.

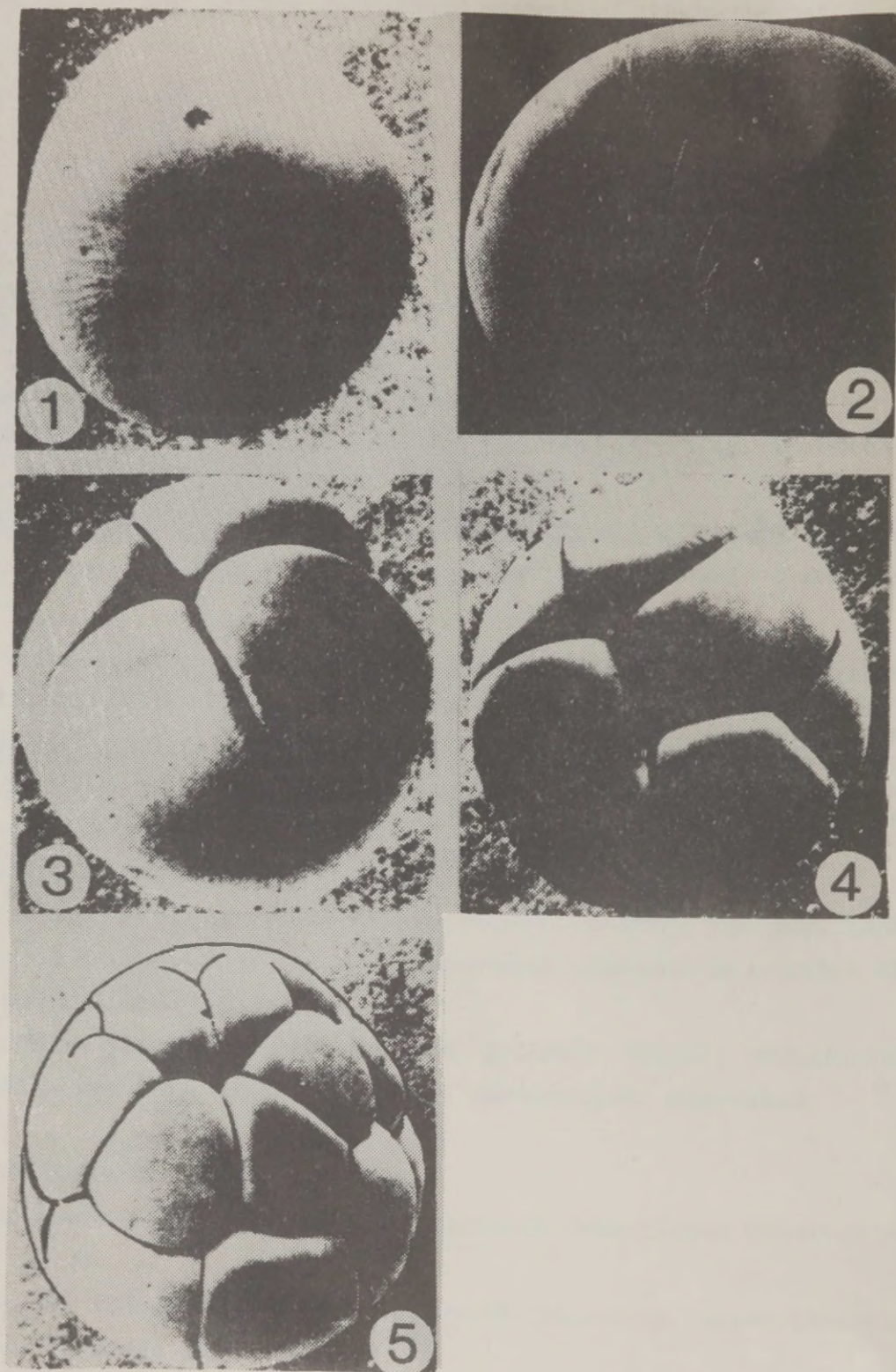


**Joonis 14.** Mikrofotod varase embrüo arengujärkudest.

A - Valgusmikroskoobi abil pildistatud 4-rakuline hiire embrüo (suurendus 1000x).

B - Elektronmikroskoobi abil pildistatud preparaat hiire embrüo moorula staadiumist (suurendus 2600x).

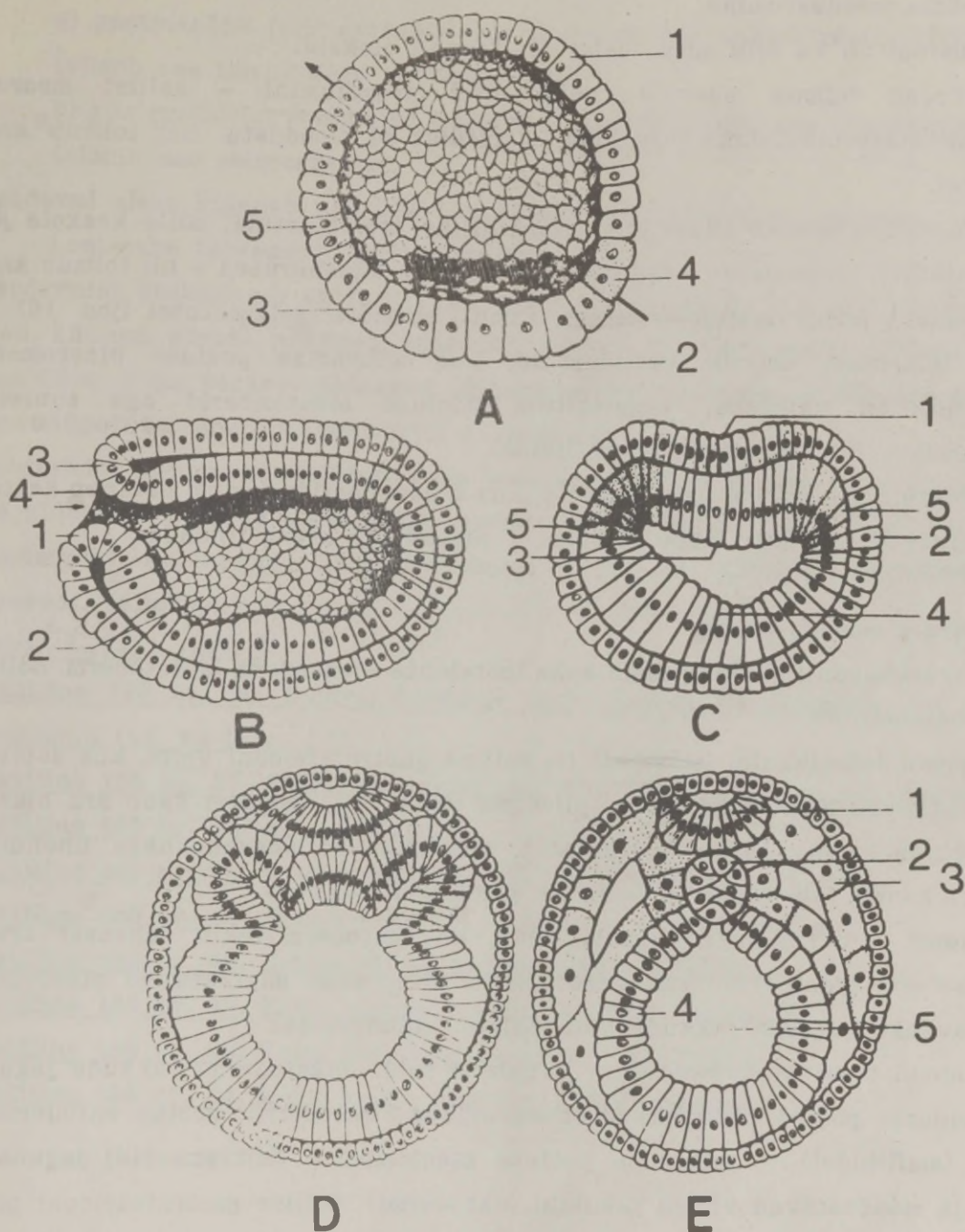




**Joonis 15.** Amfiibi sügooti lõigustumine. Skanneeriva elektronmikroskoobi abil tehtud mikroftod.

1 - sügoot; 2 - kahe blastomeeri staadium; 3 - nelja blastomeeri staadium;  
4 - kaheksa blastomeeri staadium; 5 - kuueteistkümne blastomeeri staadium.





**Joonis 16.** Süstikkala embrüo blastula (A), gastrula (B, C) ja lootelehtede eristumise staadiumis (D, E).

A - blastula sagitaalne läbilõige, oletatavad embrüonaalsed algmed.  
1 - naha epiderm; 2 - soole entoderm; 3 - korda; 4 - mesoderm; 5 - neuraalplaat.

B - gastrula sagitaalne läbilõige.

1 - blastopoori ventraalne huul; 2 - gastrotsööl; 3 - blastopoori dorsaalne huul;  
4 - blastopoori külgmise huul.

C - gastrula ristiläbilõige.

1 - neuraalplaadi alge; 2 - ektodermi alge; 3 - korda alge; 4 - soole entodermi alge; 5 - mesodermi alge.

D - ristiläbilõige embrüost lootelehtede eristumise algperioodil.

E - ristiläbilõige embrüost lootelehtede eristumise ajal.

1 - neuraalne alge; 2 - korda; 3 - mesoderm; 4 - soole entoderm;  
5 - soolevalendik.



### **Blastula moodustumine.**

Võimalusi on ka siin mitu, neist olulisemad oleksid:

**I tüüp.** Areng toimub moorula (kobarloote) staadiumini – sellist moorulat nimetatakse sterroblastulaks; sisuliselt blastulat ei moodustu. Nii toimub areng ainuõõssetel.

**II tüüp.** Moorulast areneb edasi ühe-rakukihiline tsöloblastula, mille keskele jääb õõs (blastotsööl). Blastodermi moodustavad rakud on ühesuurused – nii toimub areng keelikloomadel (süstikkalast) ~~metajateni~~, samuti mitmetel selgrootutel (Joo. 16).

**III tüüp.** Moorulast areneb amfiblastula, kus animaalse pooluse blastomeerid (mikromeerid) on väikesed, vegetatiivse pooluse blastomeerid aga suuremad (makromeerid) – nii toimub areng amfiibidel.

**IV tüüp.** Moorulast kujuneb diskoblastula, kus blastomeeride kogum paikneb kettana süsteemi (rakkude kogumi) ühel poolusel – nii toimub areng lindudel.

### **Gastrula moodustumine.**

Gastrulatsioonis kujuneb algul kaks lootelehte – ektoderm ja entoderm. Selleks on võimalusi neli:

**Invaginatsioon** (süstikkala, ~~metajad~~) on selline gastrulatsiooni vorm, kus soplustub sisse vegetatiivse pooluse lähedane piirkond (Joon. 16). Seejärel kaob ära blastotsööl ja kujuneb uus õõs – gastrotsööl, mis jääb väliskeskkonnaga ühendusse blastopoori kaudu (blastopoorist kujuneb primaarne suuava).

**Immigratsioon** – oletatavasti ürgseim tüüp, kus entoderm tekib vähesest arvust (konkreetsetest) blastodermi rakkudest, mille tütararakud migreeruvad blastotsööli ja kujundavadki sisemise rakkude kihi. Esineb ainuõõssetel.

**Delaminatsioon** (osal ainuõõssetel) – entoderm tekib blastodermi rakkude jagunemisel, kusjuures pooled tütarakkudest kujundavad ektodermi, pooled entodermi.

**Epiboolia** (amfiibidel) – animaalse pooluse blastomeerid (mikromeerid) jagunevad kiiremini ja moodustavad välise rakukihi (ektodermi). Sellise gastrulatsiooni puhul algselt gastrotsööli ei moodustu. Hiljem, kui makromeerid on jagunemiste tulemusel saanud väiksemad mõõtmed, kujuneb nendest ürgsoole alge.

Gastrulatsiooni teine pool on kolmanda lootelehe (mesodermi) moodustumine. Mesodermi ei kujune üldse käsnadel ja alamatel ainuõõssetel. Kõrgemini arenenud organismidel tekib mesoderm entodermist, tähtsamad tüübid on seejuures:

1) **teloblastiline tüüp** – mesoderm kujuneb mõne üksiku raku tütarakkudest, mis asetsevad gastrula blastopoori dorsaalse huule alas, olles ise konkreetse blastomeeri tütarakkudeks. Nii toimub areng amfiibidel.

2) enteroblastiline tüüp, kus mesoderm kujuneb:

- a) gastrotsööli (primaarsoole) paksenditest (nn. enterotsööli kotikesed) - nii toimub see merisililikul ja süstikkalal;
- b) gastrotsöölist eraldunud kurdudest, mis täituvad rakulise materjaliga - nii toimub see selgroogsetel.

Mesodermi sisse kujuneb uus õõs - sekundaarne kehaõõs e. tsöloom.

Lootelehe tähtsamad derivaadid on:

<sup>+</sup>Ekodermist kujunevad: epidermis (ja selle derivaadid - kitiikul, kitiin, juuksed, suled, küüned, sõrad), näärmed, eessook ja tagasook, meeleeelundite sensoorne epiteel, silmalääts, kogu kesknärvisüsteem ja perifeersed neuraalse päritoluga struktuurid (neurohüpofüüs, neerupealsete säsi e. medulla).

Mesodermist kujunevad: tsöloomi sein (selgroogsetel ka pleura), kogu toes, lihastik, tihe sidekude, süda ja veresooned, neerud, suguorganite juhad, veri, lümf.

Entodermist kujunevad: kesksook, maks, pankreas, tüümus, kilpnääre, (kopsude (lõpused), seljakeelik e. korda. - primaarne mesoderm  
suguteede epiteel

Praktiline töö nr. 36. Solkme (*Ascaris sp.*) sügoodi lõigustumine, 2- ja 4-raku staadiumid (vt. ka joon. 17).

Praktiline töö nr. 37. Solkme (*Ascaris sp.*) moorula ja blastula staadiumid.

Praktiline töö nr. 38. Konna blastula. Püsipreparaat.

Praktiline töö nr. 39. Konna gastrula. Püsipreparaat.

Praktiline töö nr. 40. Konna varajane neurula. Püsipreparaat.

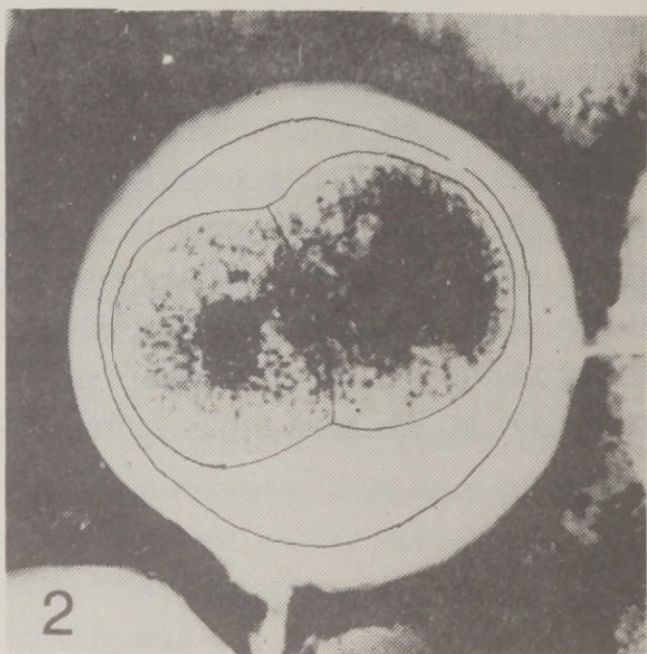
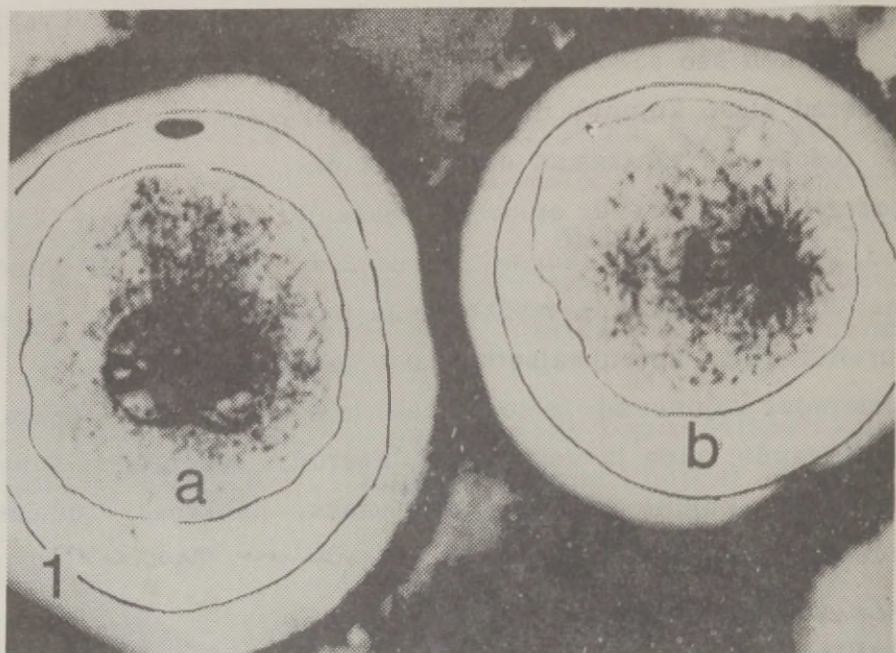
Praktiline töö nr. 41. Konna hiline neurula. Püsipreparaat.

Praktiline töö nr. 42. Kana varajane neurula. Püsipreparaat.

Praktiline töö nr. 43. Kana keskmine neurula. Püsipreparaat.

Praktiline töö nr. 44. Kana hiline neurula. Püsipreparaat.





**Joonis 17.** Solkme (*Ascaris sp.*) sügodi lõigustumine. Mikrofoto.  
 1a - isaspronukleuse ja emaspronukleuse ühinemine süngaarüoniks;  
 1b - sügodi I lõigustumise metafaas; 2 - kahe blastomeeri staadium.



# Inimese varajane embrüonaalne areng.

## I Embrüonaalse arengu 1. nädal (Joon. 18, 19, 20, 21, 22).

Viljastamata munarakk satub munajuhasse. Viljastumine toimub munajuha välimises kolmandikus 12-24 tundi peale ovulatsiooni. Viljastatud munarakk ehk sügoot liigub munajuhas edasi tänu munajuha peristaltikale ja ripsepiteeli tegevusele, samal ajal käivitub lõigustumise protsess. Emakasse jõudmise hetkeks (3-4 päeva pärast ovulatsiooni) on embrüo **moorula** ehk kobarloote staadiumis (sisaldab 12-18 blastomeeri), kuigi tema mõõtmed ei ole, võrreldes sügoodiga, suurenenud (läbimõõt umbes 150 µm). Teekonnal piki munajuha kasutab embrüo ära enamuse munarakus sisaldunud rebust. Embrüo ellujäämine ja liikumine munajuhas, samuti blastotsüsti implantatsioon, sõltub munasarja ja hüpofüüsi eessagara hormonaalsest talitlusest.

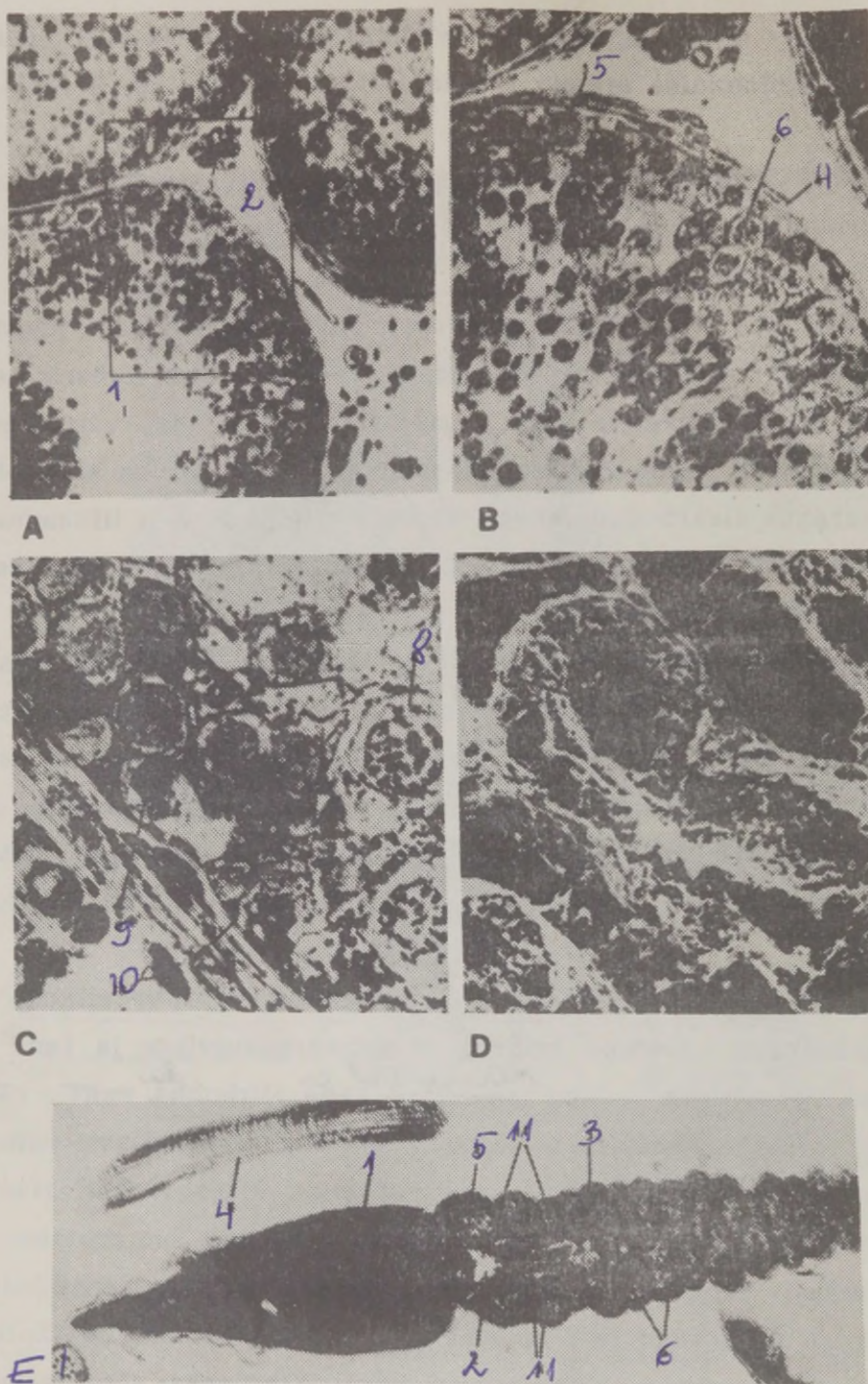
Lõigut<sup>u</sup>umine on sügoodi kiire <sup>itoo</sup>mütselliline jagunemine. Lõigustumine võib käivituda ka viljastumiseta (partenogenees, loomulik või indutseeritud). Sügoodi jagunemine kaheks tütarakuks (**blastomeeriks**) lõpeb 30. tunniks (ovulatsiooni-hetkest arvestades). Järgenevad lõigustumised toimuvad kiiremini, seejuures on tekkivad blastomeerid üha väiksemate mõõtmetega. 4-rakuline embrüo kujuneb arengu 40.-50. tunniks, 8-rakuline - 60. tunniks, 12-16-rakuline - 3.-4. arengupäevaks.

4. arengupäeval täitub moorula rakkudevaheline ruum vedelikuga (difundeerub emakast). Vedelikuga täitunud embrüo on põlekese kujuline ja teda nimetatakse **blastotsüstiks**. Blastotsüsti rakud <sup>moodustavad</sup> jagunevad <sup>es</sup> kahe <sup>da</sup> piirkonna vahel: välise rakkude kihi ehk **trofoblasti** ja sisemise rakkude rühma ehk **embrüoblasti** vahel.

**Implantatsioon** toimub tavaliselt emakaseina ülaosas. Trofoblasti jagunevad rakud tungivad emaka limaskesta epiteelirakkude vahele. See protsess on aktiivne: trofoblasti rakud söövivad limaskesta proteolüütiliste ensüümidega ja ka limaskesta rakud mõjutavad trofoblasti rakke ensümaatilisel. Implantatsioon leiab aset 6.-7. päeval. Trofoplast diferentseerub kahekihiliseks: sisemiseks **tsütotrofoblastiks** ehk rakuliseks trofoblastiks ja väliseks **süntsiütiotrofoblastiks** ehk rakutuks trofoblastiks (koosneb paljutuumalisest tsütoplasmamassist). Rakutu trofoblast kasvab sõrmekujuliste väätidena läbi endomeetriumi epiteeli ja tungib endomeetriumi stroomasse.

Esimese arengunädala lõpus on blastotsüst üleni sukeldunud emaka tursunud limaskesta. Algab embrüoblasti rakkude diferentseerumine. Esmalt eristub **embrüonaalne entoderm** - blastotsüsti õõne ehk **blastotsööl** poolne rakkude kiht





**Joonis 18. Mikrofoto inimese testise preparaatidest.**

A - kolme seemnetorukese osad (suurendus 270x).

B - suurem suurendus fotol A märgitud alast (suurendus 600x).

C - suurem suurendus fotol B olevast ülemisest vasakpoolsest alast (suurendus 1600x).

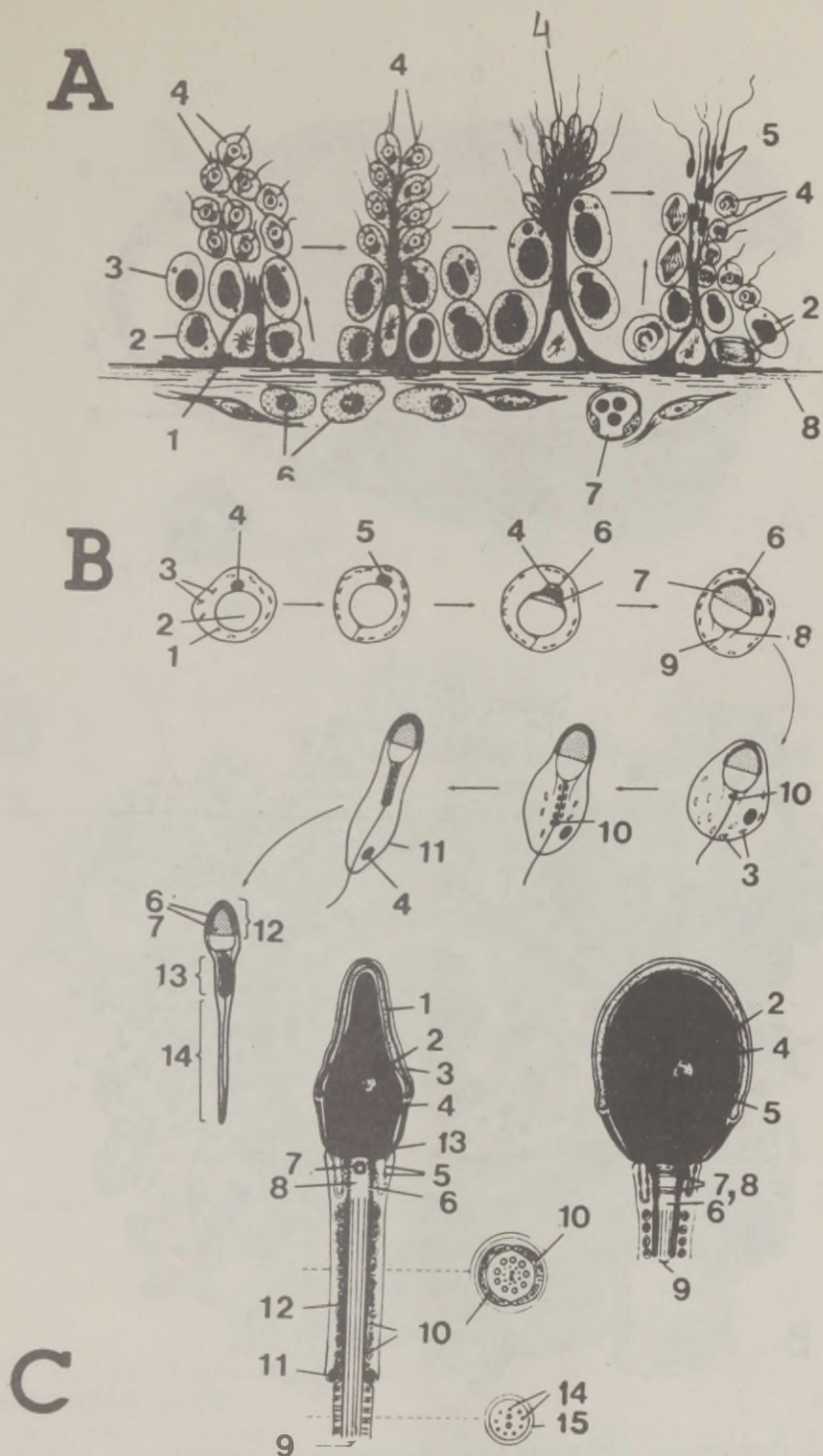
D - skanneriva elektronmikroskoobiga tehtud mikrofoto (suurendus 350x).

1 - seemnetorukese valendik; 2 - seemnetorukeste vaheline ruum (peritubulaarne ruum); 3 - peritubulaarsed ja Leydigi rakud; 4 - basaalmembraan; 5 - spermatogoon; 6 - primaarne spermatotsüüt; 7 - Sertoli rakk; 8 - primaarne spermatotsüüt; 9 - spermatogoon; 10 - basaalmembraan; 11 - seemnetorukese valendik; 12 - seemnetorukese rakud.

E - ahvi sperm (suurendus 32 800x)

1 - spermi pea; 2 - spermi kael; 3 - spermi saba vaheosa; 4 - spermi saba; 5 - proksimaalne tsentriool; 6 - mitokondrid; 7 - kiud sabas; 11 - spermi plasmamembraan.





**Joonis 19. Spermatogeneesi inimesel.**

A - spermatogeneesi etapid seemnetorukese seinas

1 - follikulaarne e. Sertoli rakk; 2 - spermatogoonid; 3 - spermatotsüüt; 4 - spermatiid; 5 - sperm e. spermatozoid; 6 - spermatozoid; 7 - spermatozoid; 8 - spermatozoid

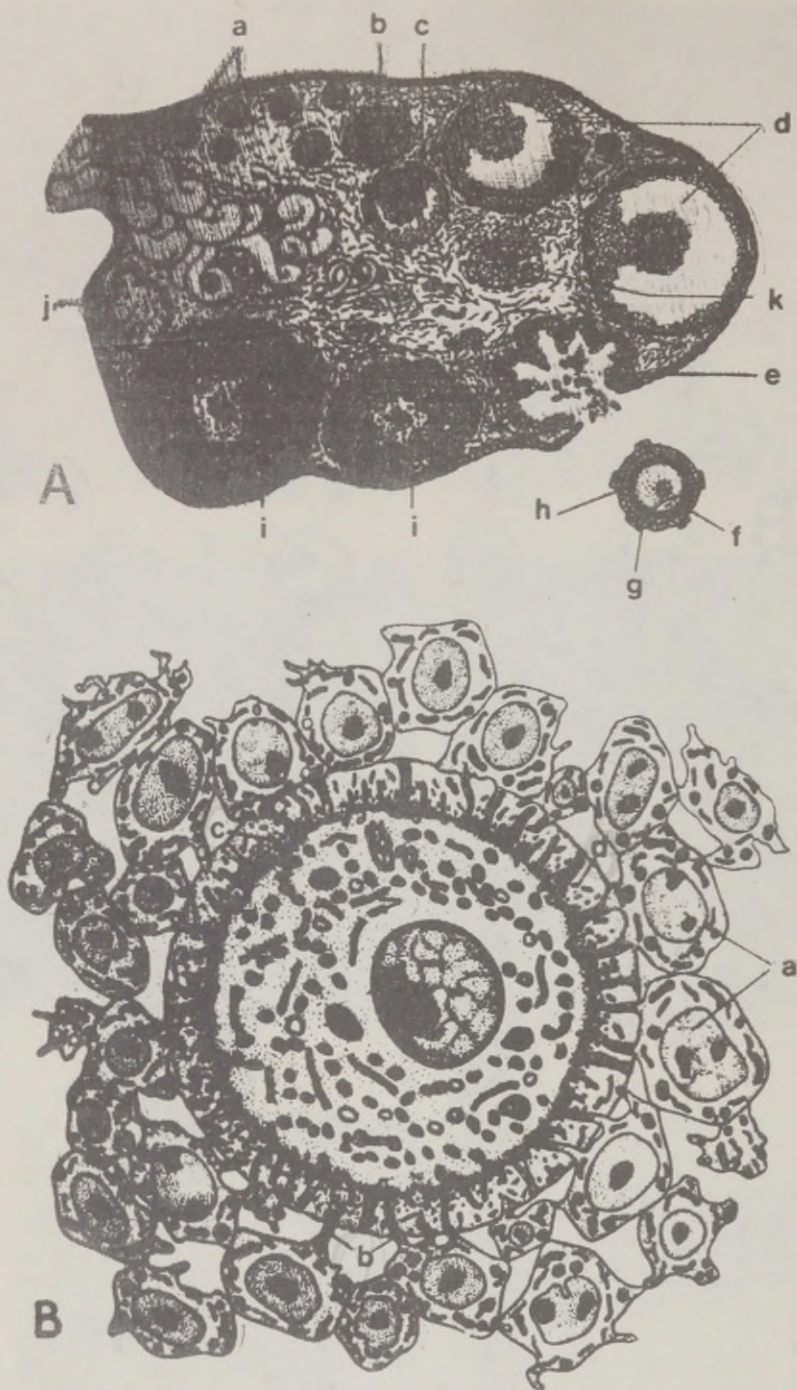
B - Spermi kujunemine.

1 - tsentriool; 2 - tuum; 3 - mitokondrid; 4 - Golgi tsoon; 5 - akrosoomne graanul; 6 - akrosoom; 7 - spermi pea otsmine ala e. kate; 8 - kujunev saba; 9 - vibur; 10 - võru; 11 - plasmamembraan; 12 - spermi pea; 13 - spermi saba vaheosa; 14 - spermi saba.

C - inimese sperm kahes vaates.

1 - akrosoom; 2 - tuumasisene vakuool; 3 - plasmamembraan; 4 - tuum; 5 - tuumakate; 6 - spermi kaelaosa; 7 - proksimaalne tsentriool; 8 - distaalne tsentriool; 9 - aksoneem (vibur, 2+9); 10 - mitokondrid spermi saba keskalas; 11 - terminaalne e. tagumine võru; 12 - välimised tihedad kiud spermi saba keskalas; 13 - eesmine võru; 14 - aksoneem (vibur); 15 - fibroosne kate.





## Joonis 20. Oogenees inimesel.

A - munasarja skeem erinevas arengujärgus olevate munarakkudega.

a - primaarsed ootsüüdid (44, XX);

b, c - kasvav folliikul primaarse ootsüüdiga; *e. sekundaarne folliikul*

d - Graafi põieke, sisaldab sekundaarset ootsüüti (22, X) ja primaarseid

polaarkeha (22, X);

e - ovulatsioon, vabaneb küps ootsüüt (munarakk); *II järku e. sekundaarne ootsüüt*

f - sekundaarne polaarkeha (22, X);

g - corona radiata (kiirpärg);

h - zona pellucida (pellutsiidne e. läbipaistev vööde);

i - kollaskeha;

j - valgekeha;

k - avanemata (atreetilise) folliikul.

B - kasvava folliikuli ehituse skeem elektronmikroskoopia andmetel.

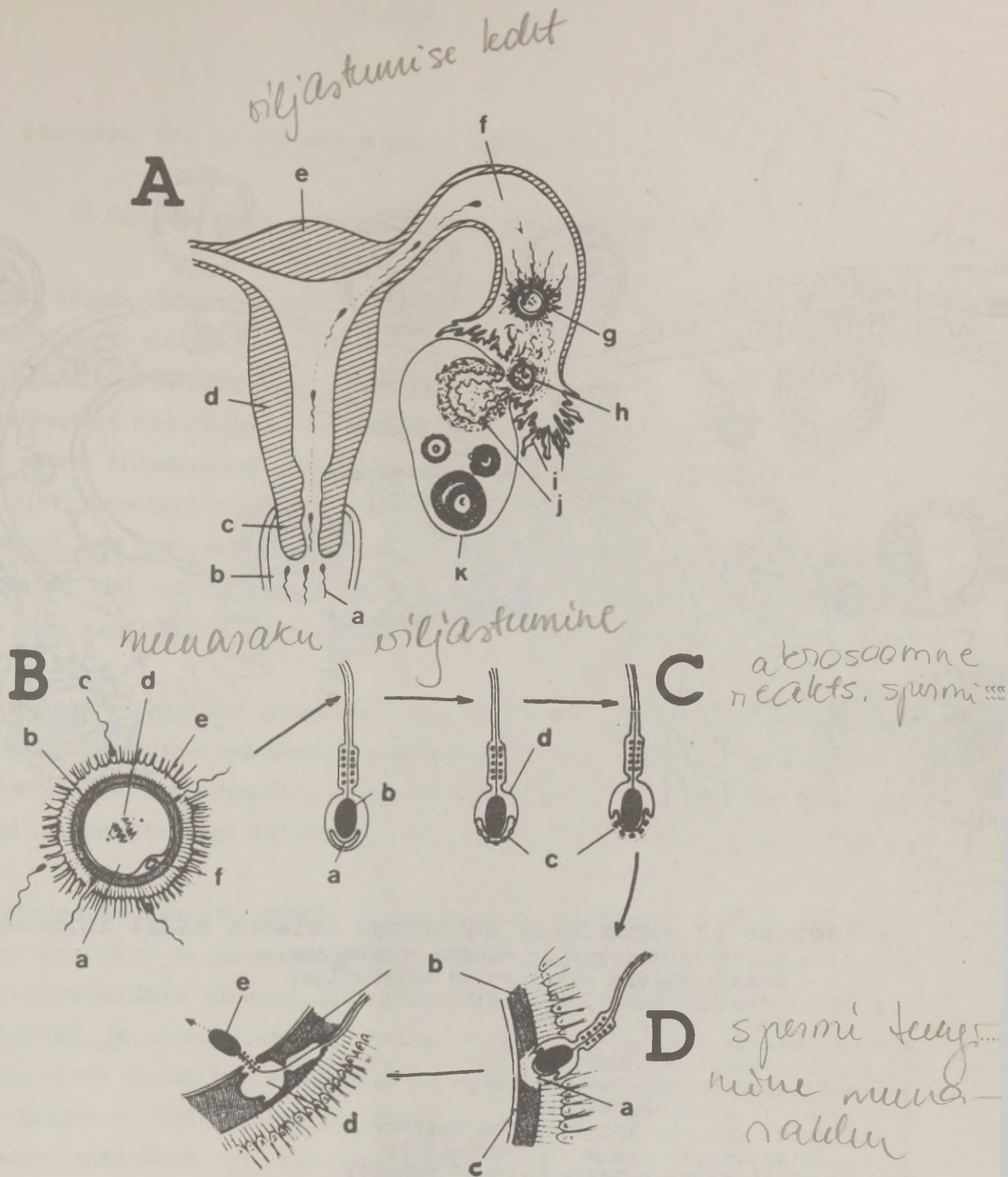
a - follikulaarsed rakud;

b - follikulaarsete rakkude väljakasvud;

c - ootsüüdi mikrohatud;

d - zona pellucida.





**Joonis 21. Viljastumine inimesel.**

**A - viljastumise koht.**

a - sperm; b - vagina (tupp); c - cervix uteri (emakakael); d - corpus uteri (emakakeha); e - fundus uteri (emaka põhimik); f - munajuha e. ovidukt; g - viljastumine; h - munasarjast ovuleerunud ootsüüt meioosi ekvatsioonjagunemise metafaasis; i - fimbriae ovarica (munasarised narmad); j - lõhkenud Graafi pöieke (tulevane kollaskeha); k - munasari.

**B - munaraku viljastumine.**

a - sekundaarne ootsüüt meioosi II metafaasis; b - zona pellucida; c - sperm; d - kääviniidistik ja metafaasiplaat; e - corona radiata; f - primaarne polaarkeha.

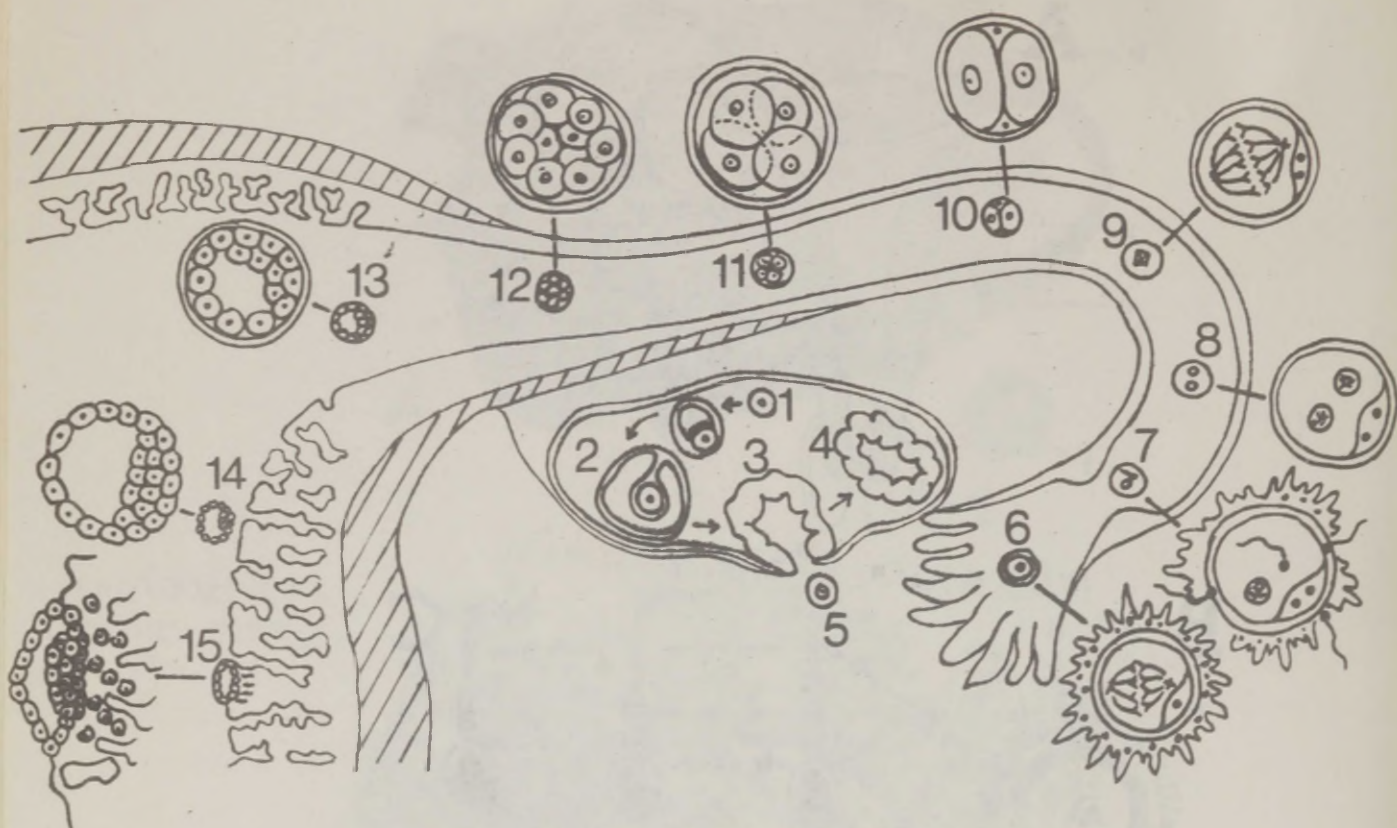
**C - akrosoomne reaktsioon spermis.**

a - akrosoom; b - spermis tüüm; c - akrosoomi membraani purunemine; d - spermis plasmamembraan.

**D - sperm tungimine munarakku.**

a - akrosoomi ensüümid söövivad avada zona pellucida'sse; b - zona pellucida; c - munaraku plasmamembraan; d - spermis plasmamembraan eraldub; e - sperm munaraku tsütoplasmas.





Joonis 22. Embrüonaalse arengu esimene nädal inimesel.

1 - kasvav folliikul primaarse ootsüüdiga;

2 - Graafi põieke sekundaarse ootsüüdiga;

3 - lõhkenud Graafi põieke;

4 - kollaskeha;

5, 6 - ovuleerunud ootsüüt;

7 - viljastumine (12-24 tundi);

8 - isas- ja emaspronukleused;

9 - sügooti esimene lõigustumine (mitoos);

10 - 2 blastomeeri staadium (30 tundi);

11 - 4 blastomeeri staadium (40-50 tundi);

12 - 8-10 blastomeeri staadium (60 tundi);

13 - 12-16 blastomeeri staadium, moorula (3.-4. päev);

14 - varajane (vaba) blastotsüst (5. päev);

15 - implantatsiooni algus (6.-7. päev e. 20. päev viimase menstruatsiooni algusest).

(eristub 7. päevaks). See on esimene kujunev looteleht.

## II Embrüonaalse arengu 2. nädal (Joon. 23, 24, 25).

Arengu teisel nädalal tungib trofoblast sügavamini endomeetriumi sisse ja blastotsüstis toimub rida morfoloogilisi muutusi.

~~blastotsüstis~~ <sup>embrioblastis</sup> eristuvad kaks rakukihti:

- a) väikestest kuubikujulistest rakkudest koosnev **entoderm**;
- b) suurtest silinderjatest rakkudest koosnev **epiblast** ehk **ektoderm**.

Need kaks kihti moodustavad kokku **bilaminaarse looteketta**.

Ektoderm, mis asetses seni tihedalt vastu tsütotrofoblasti, hakkab viimasest eralduma. Samal ajal toimub ektodermis kihistumine. Rakukihtide vahele kujuneb **amniotiõõs** ehk **veekestaõõs**. Trofoblasti-poolne ~~entoderm~~ <sup>ekto</sup> kiht kannab nimetust **amnioblast**.

Embrüonaalne entoderm moodustab blastotsööli õõnt seestpoolt vooderdava rakukihi – eksotsöloomilise ehk Heuseri membraani. Eksotsöloomiline membraan irdub 9. arengupäevaks tsütotrofoblastist, nende vahele kujuneb **embrüoväline mesoderm**. Eksotsöloomilise membraaniga ümbritsetud õõs (endine blastotsööl) muutub **ürgseks rebukotiks**.

12. arengupäevaks on embrüo üleni sukeldunud emaka limaskestast sisse. Embrüoväline mesoderm on paksenenud, selle sisse on tekkinud õõned, mis liitudes moodustavad **embrüovälise tsöloomi**, mille välisseina nim. **koorioniks**. Tsütotrofoblasti rakud jagunevad ja moodustavad koorioni sisse rakukogumikke (primaarseid hattusid). Entoderm moodustab väljasopistuse, mille eraldudes kujuneb allesjäänud osast **sekundaarne e. lõplik rebukott**. Sellel moodustisel on mitmeid ülesandeid. Esimestel arengunädalatel on see reservainete varupaik, 3.-5. nädalani ka vereloomeelund. Osa rebukotist ühineb embrüo ürgsoole piirkonnaga ja osaleb hingamisteede epiteeli moodustamisel. Oluline on ka see, et rebukoti seinast tekivad primaarsed sugurakud ehk **gonotsüüdid**, mis migreeruvad 3. arengunädalal embrüo sisse gonaadi algmesse (Joon. 25).

Ekstraembrüonaalne ehk embrüoväline tsöloom haarab embrüo kõikidest külgedest ja saab nimeks **koorioniõõs**, mis on seestpoolt vooderdatud embrüovälise mesodermiga. Embrüo jääb koorioniga seotuks ühendava varrekese kaudu, mis veresoonte arenedes muutub **nabaväädiks**.

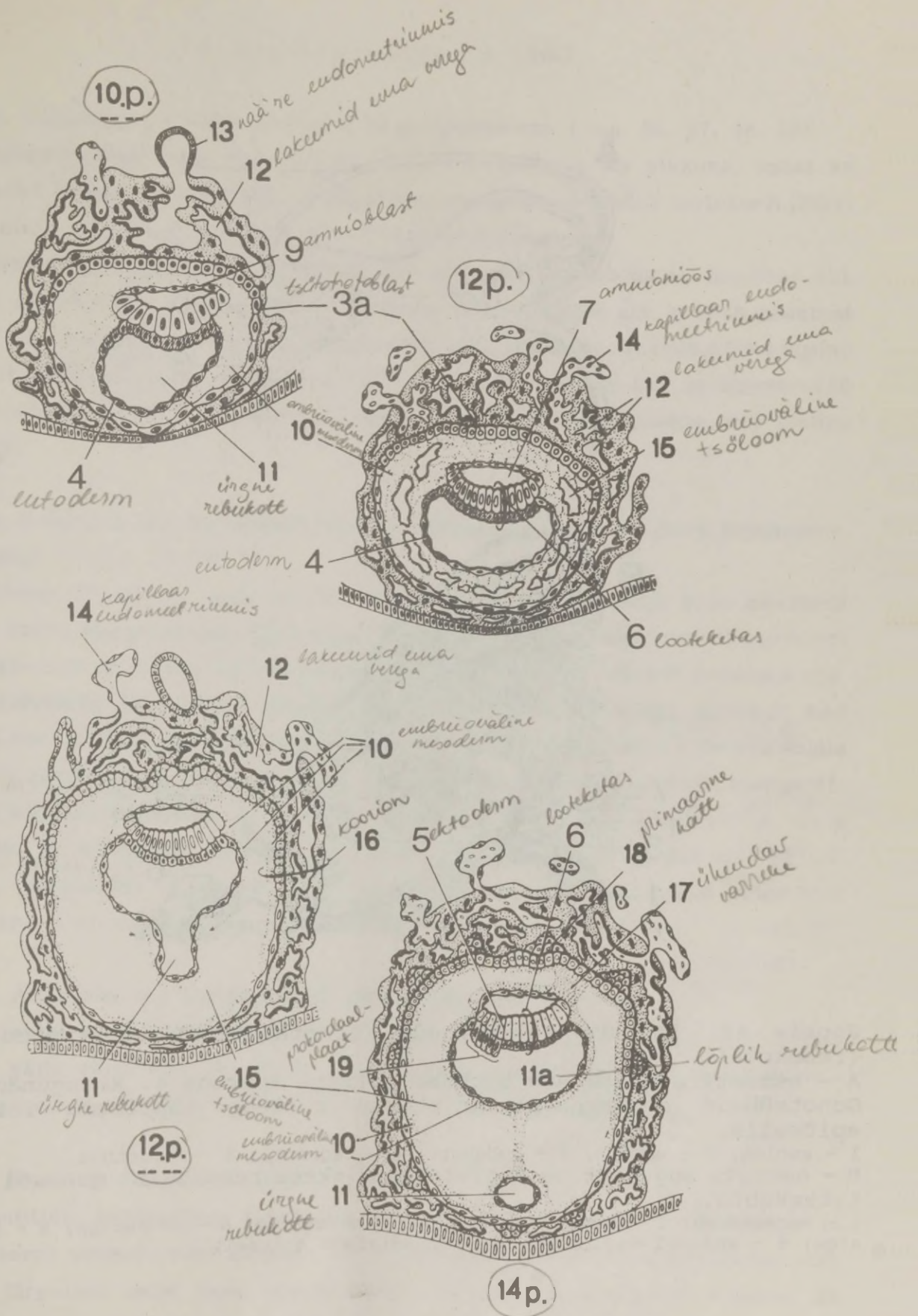
Lootekettas toimub ühe ala paksenemine – tekib **prokordaalplaat**, mille vastaspiirkonnas hakkab kujunema **ürgjutt**.





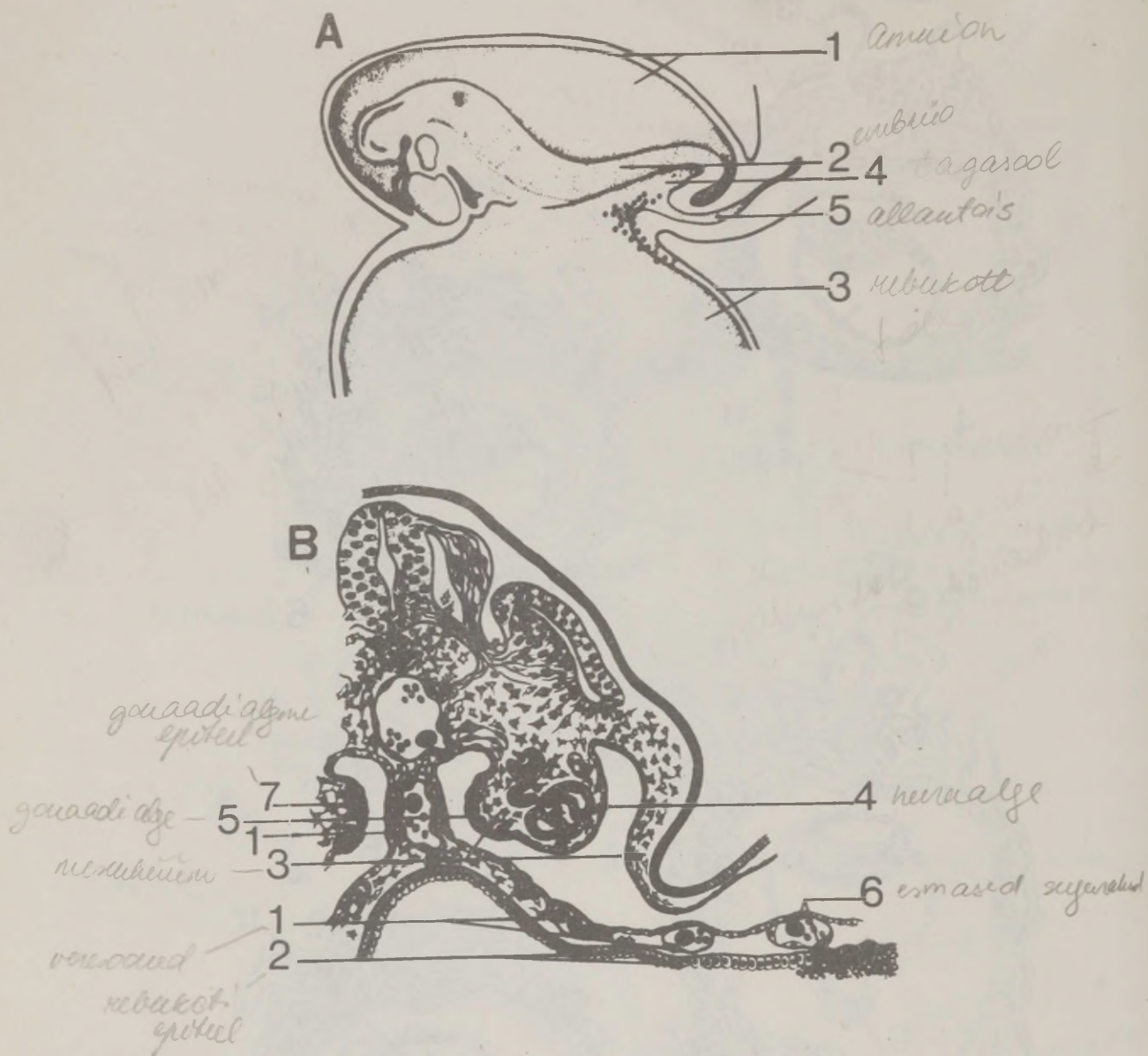
Joonis 23. Embrüonaalse arengu 2. nädal (7.p. - 9.p.).





Joonis 24. Embrüonaalse arengu 2. nädal (10.p. - 14.p.).





**Joonis 25.** Esmaste sugurakkude (gonotsüütide) eristumise koht (rebukott).

A - esmaste sugurakkude asukoht inimese embrüos 4. arengunädalal. Gonotsüüdid on skeemil kujutatud mustade täppidena rebukoti epiteelis.

1 - amnion; 2 - embrüo; 3 - rebukott; 4 - tagasool; 5 - allantois.

B - esmaste sugurakkude migratsiooni skeem rebukotist gonaadi alge tekkekohta.

1 - veresooned; 2 - rebukoti epiteel; 3 - mesenhüüm; 4 - neerualge; 5 - gonaadi alge; 6 - esmasel sugurakud; 7 - gonaadi alge epiteel.

### III Embrüonaalse arengu 3. nädal.

#### A. Kolmekihilise loote tekkimine ja gastrulatsioon (joon. 26, 27, 28, 29).

Arengu kolmandaks nädalaks on inimese embrüo 1,5 mm pikkune, temas on eristatavad <sup>20</sup>ürgjutt, <sup>28</sup>Henseni sõlm ja <sup>26</sup>kordomesodermaalne väljakasv (notokordi jätk) – gastrulatsioonile iseloomulikud morfoloogilised tunnused.

Ürgjutt pikeneb, selle kraniaalne ots pakseneb ja moodustab ürgsõlme ehk Henseni sõlme. Ürgjuti peal kujuneb ürgvagu, mille otsmine ala kannab nimetust ürglohk. 16. arengupäeval algab loote epiblasti ehk ektodermi rakkude migreerumine külgedelt ürgjuti suunas. Need rakud läbivad ürgvao basaalse kihi ja migreeruvad lateraalselt ektodermi ja entodermi vahele – kujuneb embrüosisene ehk tõeline mesoderm.

#### B. Notokordi ehk kordomesodermaalse väljakasvu ja neuraaltoru kujunemine (joon. 27, 28, 29, 30, 31).

Arengu 17. päeval sopistub läbi ürglohu sise notokord, mille sisse omakorda kujuneb kanal. Kanal kasvab hiljem kinni. Embrüonaalne <sup>15</sup>ektoderm areneva notokordi kohal pakseneb ja moodustab neuraalplaadi, selle piirkonna rakulist materjali nim. neuroektodermiks (moodustab hiljem närvisüsteemi). Neuraalplaat sopistub oma pikitelje kohalt sisse, moodustades nii <sup>38</sup>neuraalvao, mida ümbritsevad <sup>32</sup>neuraalvoldid (otsmiselt kannavad nad neuraalharjade nime). Neuraalvoldid liituvad ja arengu 21. päevaks kujuneb <sup>40</sup>närvitoru. Liitumine saab alguse neuraalvao keskalast ja levib kraniaalse ja kaudaalse otsa suunas. Kraniaalne neuropoor sulgub arengu 26. päevaks, kaudaalne neuropoor 28. päevaks. Neuraalharja rakud närvitoru moodustamisel ei osale.

#### C. Allantoisi ehk lootekusekoti kujunemine (joon. 36).

Allantoisi moodustumine algab arengu 16. päeval, kui rebukoti seinast sopistub välja väike ala. Allantoisi seinas toimub vere vormelementide moodustumine, osa sellest sopistub embrüo sisse ja ühineb embrüo kusepõiega.

#### D. Somilide kujunemine (joon. 31, 32).

Somilide kujunemine algab arengu 20. päeval. Mesoderm pakseneb ja fragmenteerub metameerselt. Esimene somilide paar tekib notokordi kraniaalse otsa lähedal, järgmised selle taga (kaudaalselt). 20.–30. arengupäevani kujuneb 38 somilidpaari, 5. arengunädala lõpuks on embrüol 42–44 somilidpaari. Igal somiidil

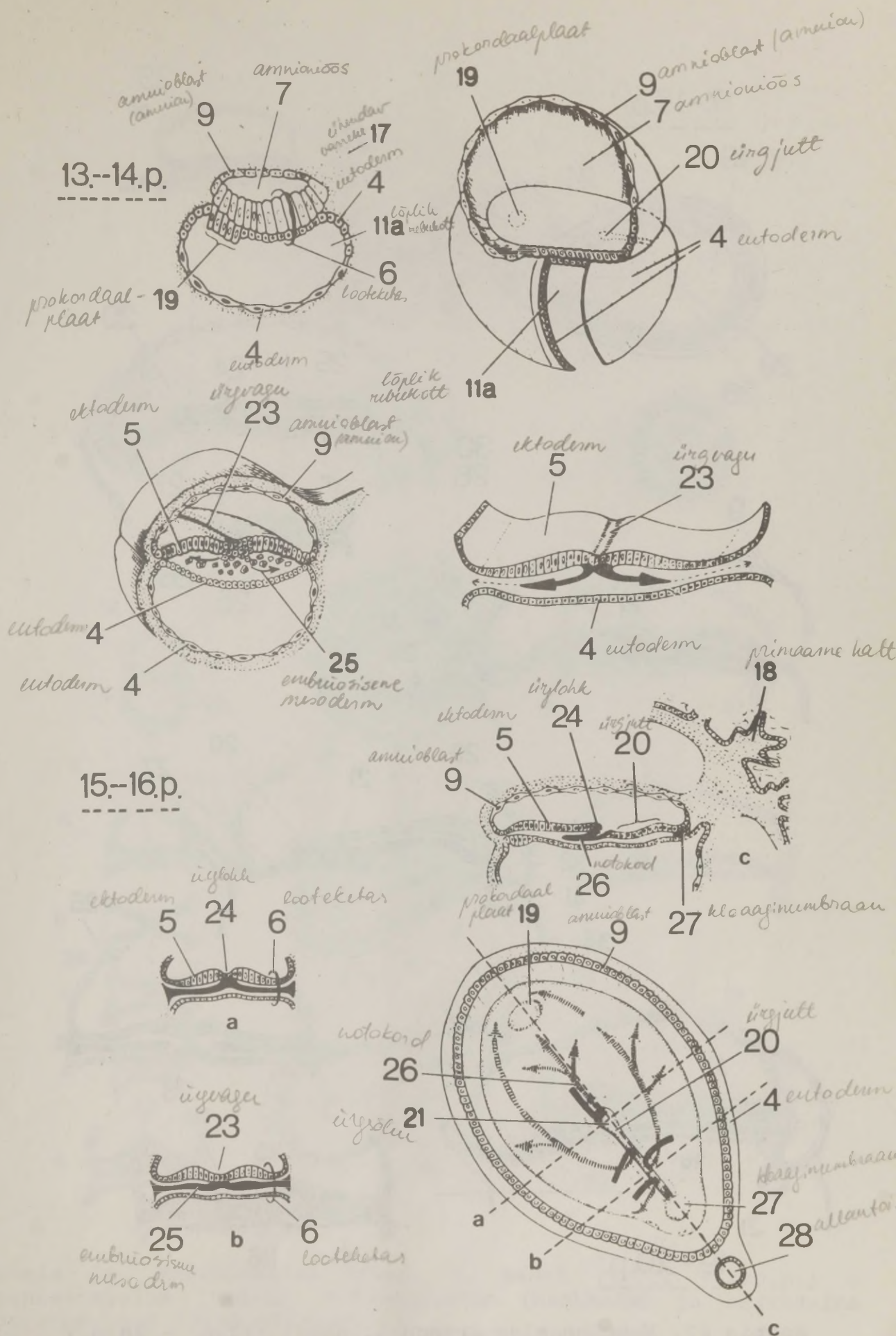


eristub kolm piirkonda: **dermatoom** (annab katted), **müotoom** (annab lihased) ja **sklerotoom** (moodustab toese).

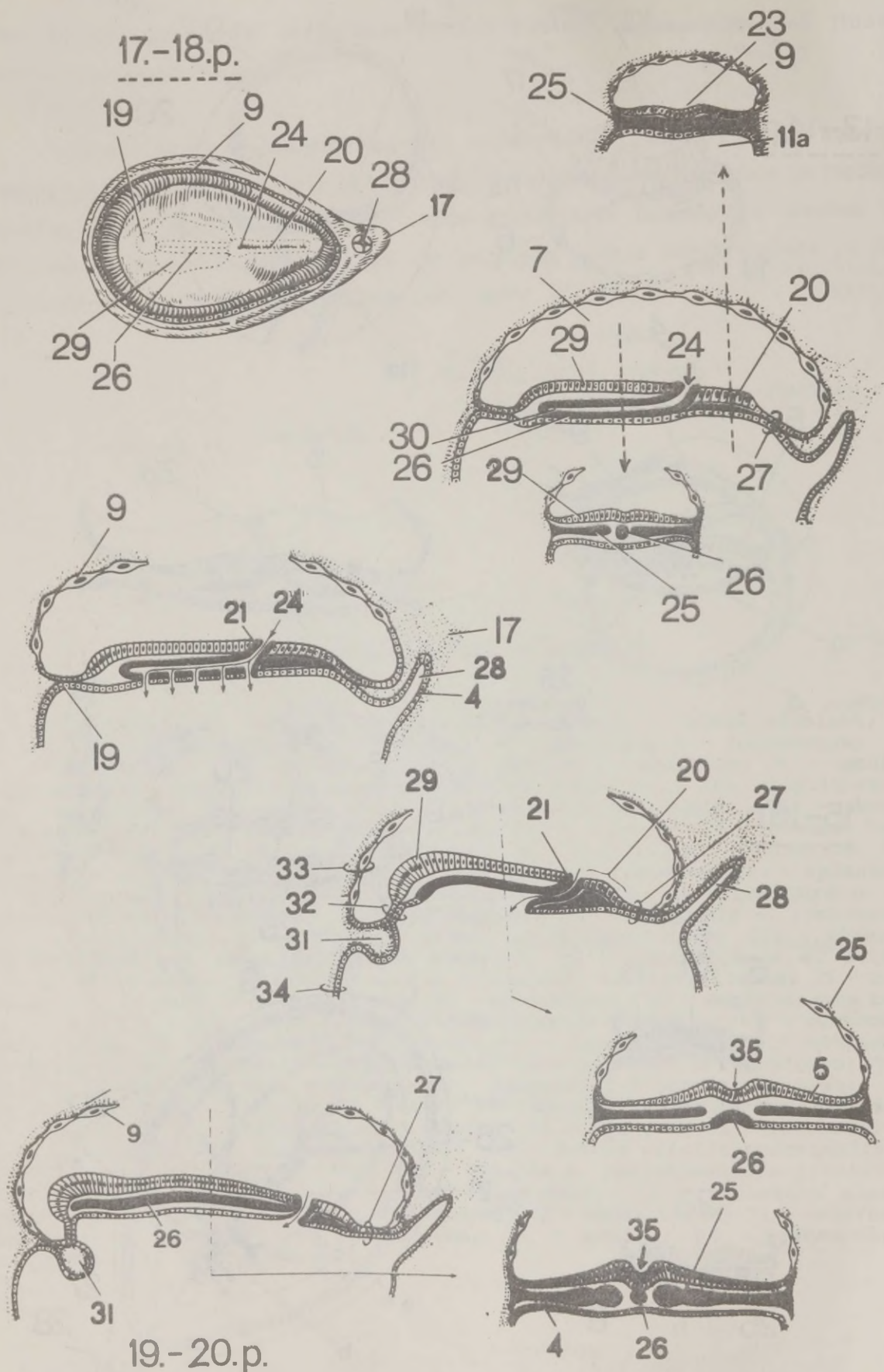
Algselt lame looteketas muutub silindriliseks tänu embrüo kasvamise ja kaasnevatele pikisuunalistele ja ristisuunalistele sisesopistumistele ja lootelehtede painumistele (joon. 32, 33, 34). Nende protsesside tulemusena muutub embrüo torujaks ja isoleerub embrüonaalsetest katetest. Lootes algab kudede ja organite kujunemine ehk histo- ja organogenees (joon. 35, 36).

Numbritega on tähistatud.

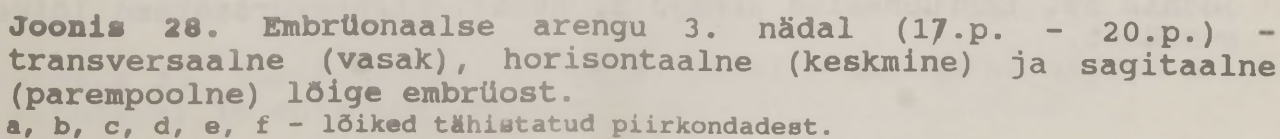
1 - embrüoblast; 2 - blastotsööl; 3 - trofoblast; 3a - tsütotrofoblast; 3b - süntsüütiotrofoblast; 4 - entoderm; 5 - ektoderm; 6 - looteketas; 7 - amnioniõõs; 8 - eksotsöloomiline (Heuser'i) membraan; 9 - amnioblast (amnion); 10 - embrüoväline mesoderm; 11 - ürgne rebukott; 11a - lõplik rebukott; 12 - lakuunid ema verrega; 13 - nääre endomeetriumis; 14 - kapillaar endomeetriumis; 15 - embrüoväline tsöloom; 16 - koorion; 17 - ühendav varreke; 18 - primaarne hatt; 19 - prokordaalplaat; 20 - ürgjutt; 21 - ürgsõlm e. Henseni sõlm; 23 - ürgvagu; 24 - ürglohk; 25 - embrüosisene mesoderm; 25a - splahnnotoomi e. külgsplaadi mesoderm; 25b - paraksiaalne mesoderm; 26 - notokord e. kordomesodermaalne väljakasv; 27 - kloaagimembraan; 28 - allantois e. lootekusekott; 29 - neuraalplaat; 30 - notokordi kanal; 31 - südame alge; 31a - süda; 31b - perikardiõõs; 32 - orofarüngaalne membraan; 33 - somatopleura e. külgsplaadi parietaalsetest; 34 - splahnopleura e. külgsplaadi vistseraalsetest; 35 - neuraalvagu; 36 - kloaak; 37 - neuraalvolt; 38 - neuraalhari; 39 - embrüosisene tsöloom; 40 - närvitoru; 41 - somiit; 42 - intermediaalne mesoderm; 43 - müotoom; 44 - sklerotoom; 45 - dermatoom; 46 - sool; 47 - dorsaaloort; 48 - sümpaatilised ganglionid; 49 - dorsaaljuure ganglionid; 50 - ürgneeru (mesonefroos) juha; 51 - nabaväät; 52 - naha ektoderm; 53 - looteneeru (nefrotoomi) alge; 54 - selgroog; 55 - lihased; 56 - maks; 57 - suusool (*stomodaeum*); 58 - eessool; 59 - kesksool; 60 - tagasool; 61 - kloaak; 62 - peavolt; 63 - sabavolt; 64 - kopsualge; 65 - nabasoolekinnisti juha (*ductus vitellointestinalis*); 66 - peensoolekinnis (mesenteerium); 66a - kehaõõs e. peritoneaalõõs (resorbeerunud mesenteerium); 67 - kõhusein (abdominaalne sein); 68 - pankrease alge; 69 - platsenta kujunemisala (*chorion frondosum*); 70 - nabaarterid; 71 - nabaveen; 72 - magu; 73 - kusepõis; 74 - kusejuha; 75 - kusiti; 76 - pärasool; 77 - lootekusejuha; 78 - nabaside.



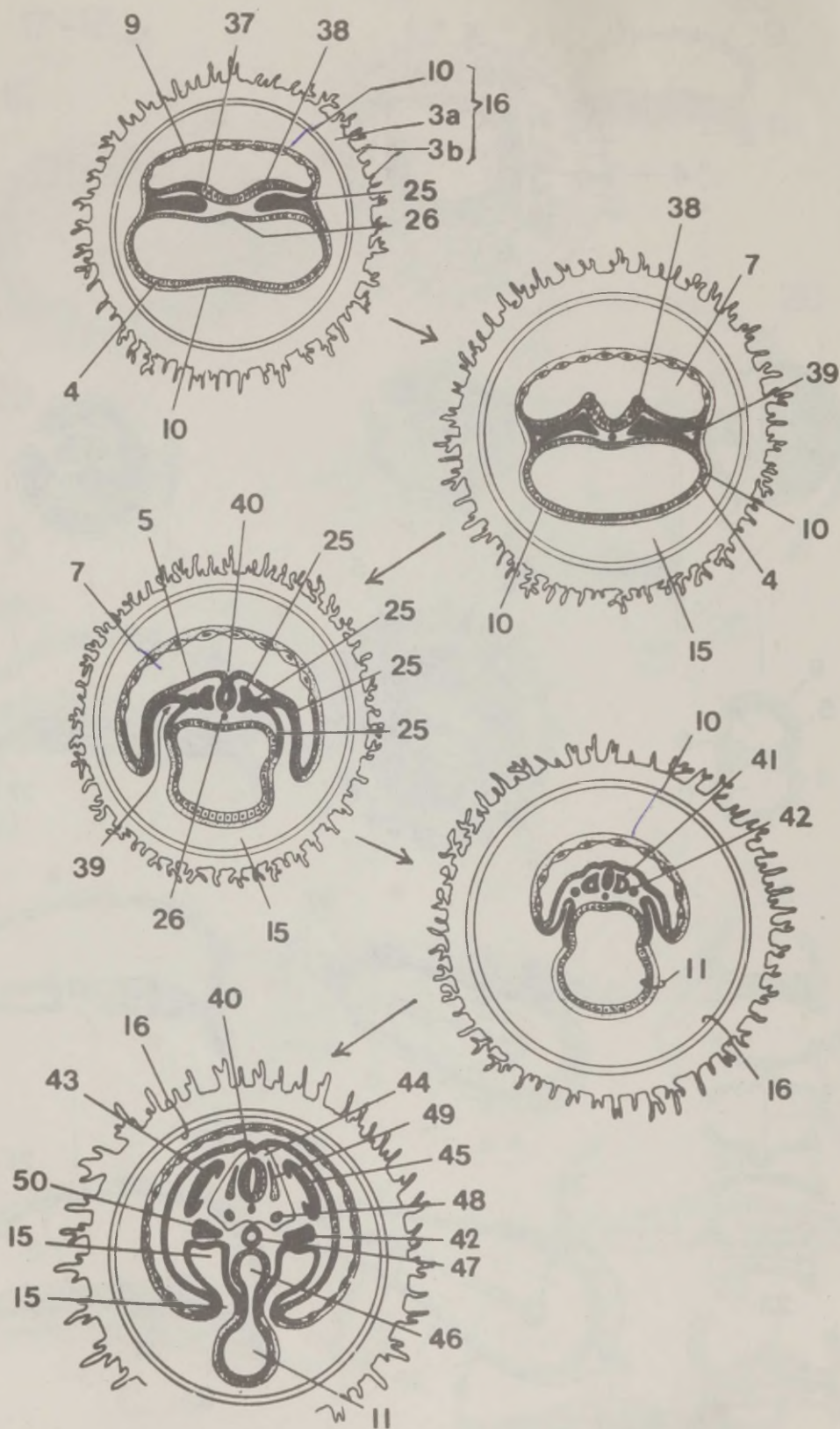




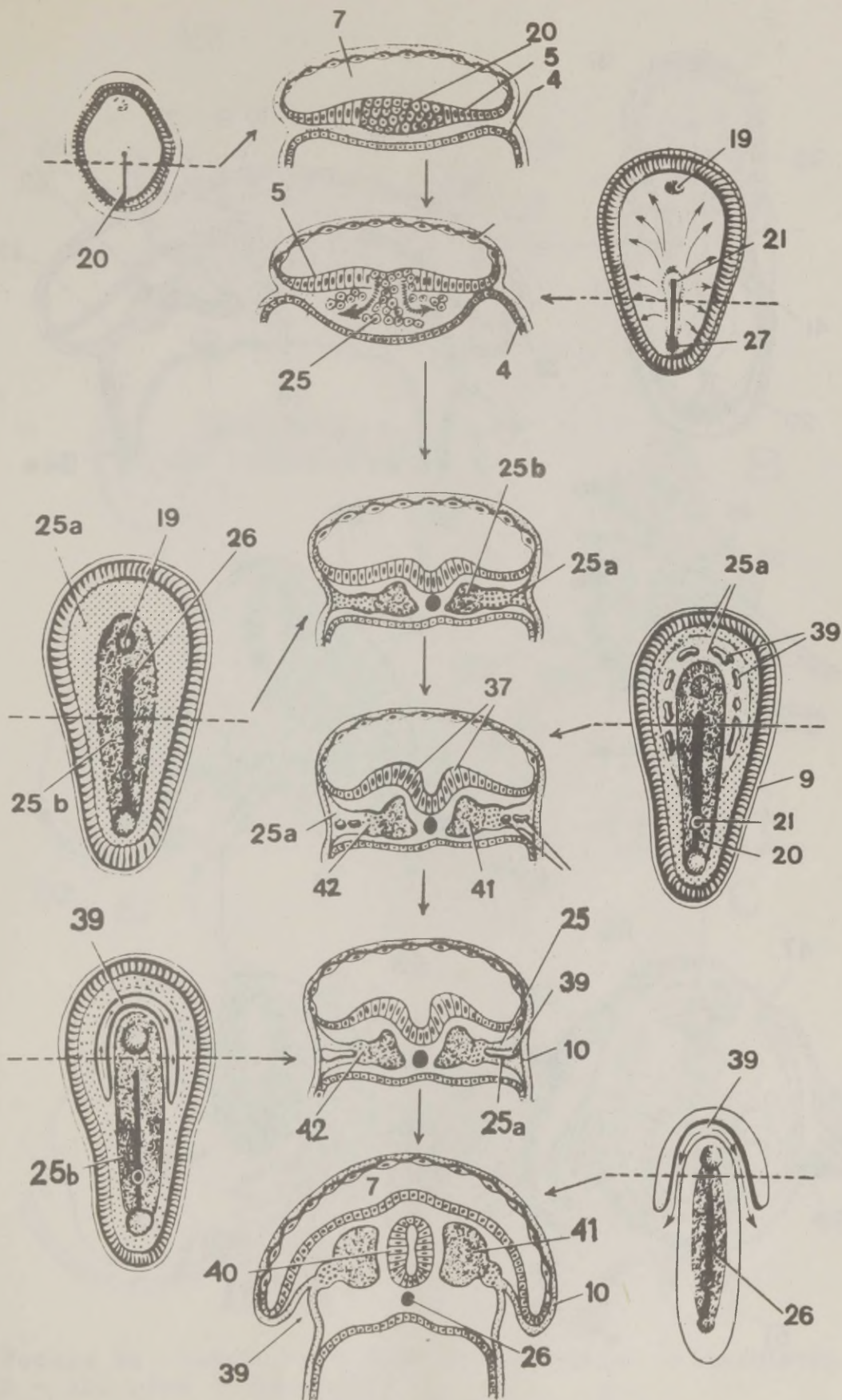
Joonis 27. Embrüonaalse arengu 3. nädal (17.p. - 20.p.).





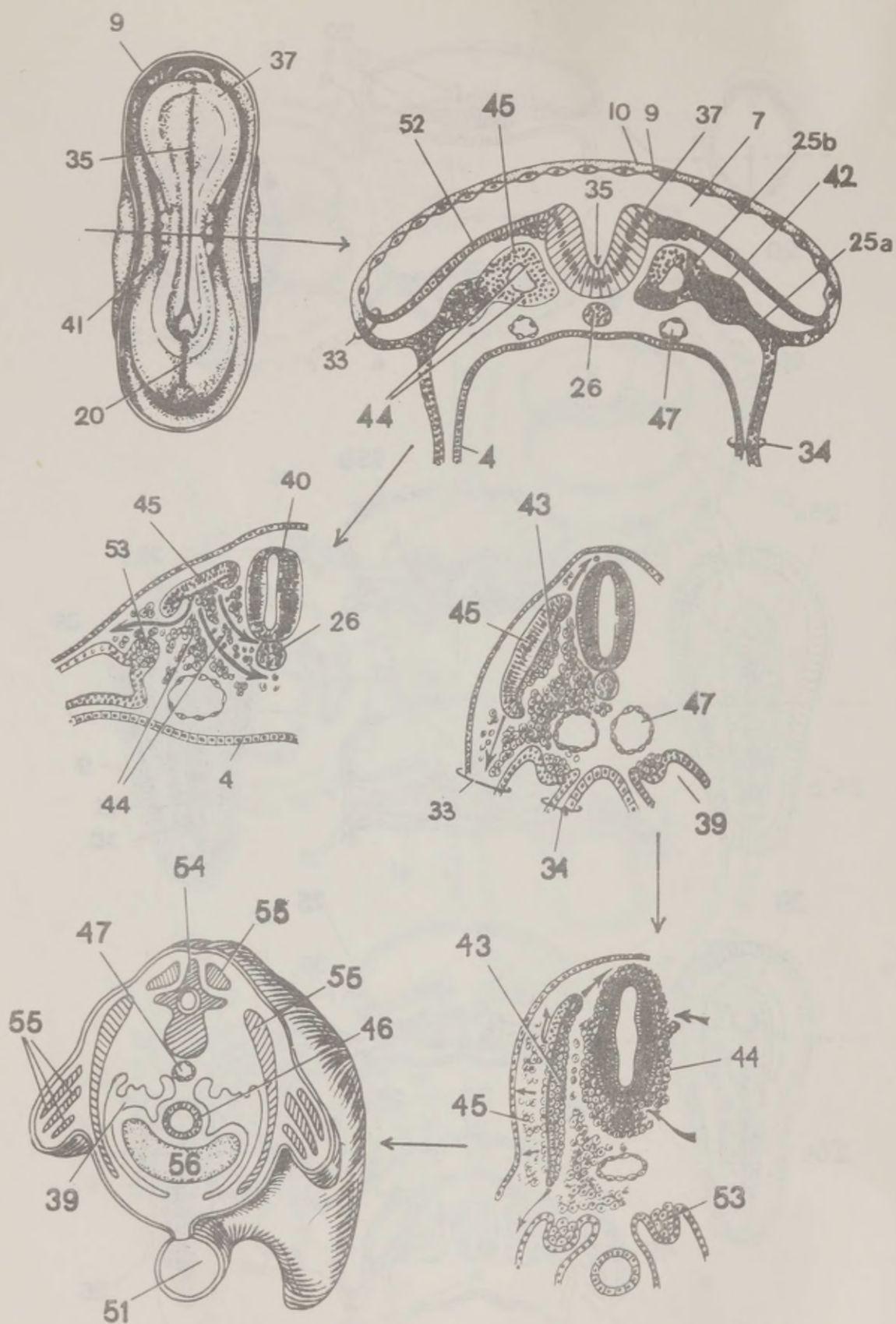


**Joonis 29.** Embrüonaalse arengu 3. nädal - transversaalsed lõiked embrüost.

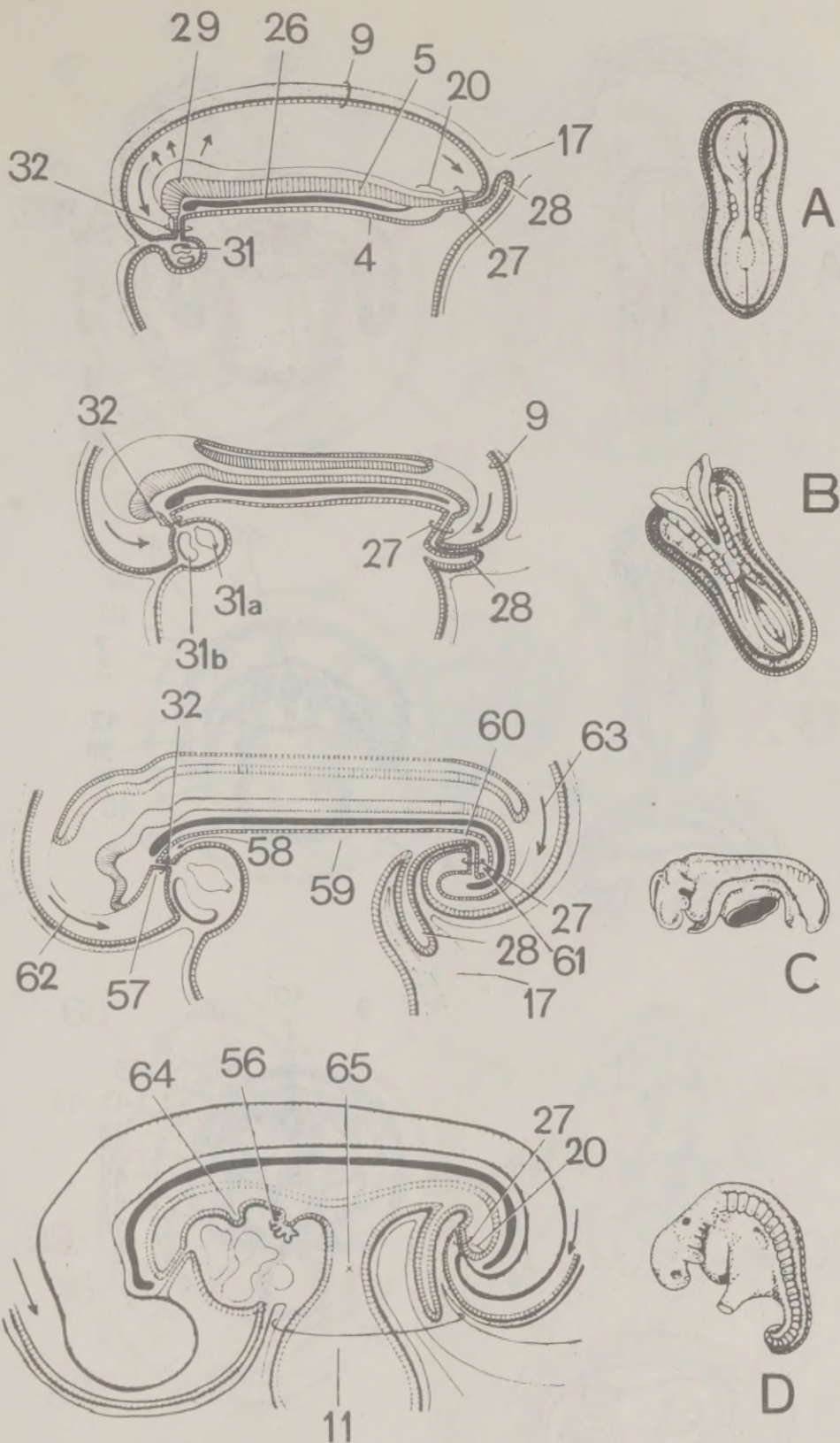


**Joonis 30.** Embrüonaalse arengu 3. nädal - mesodermi migreerumine ektodermi ja entodermi vahele.





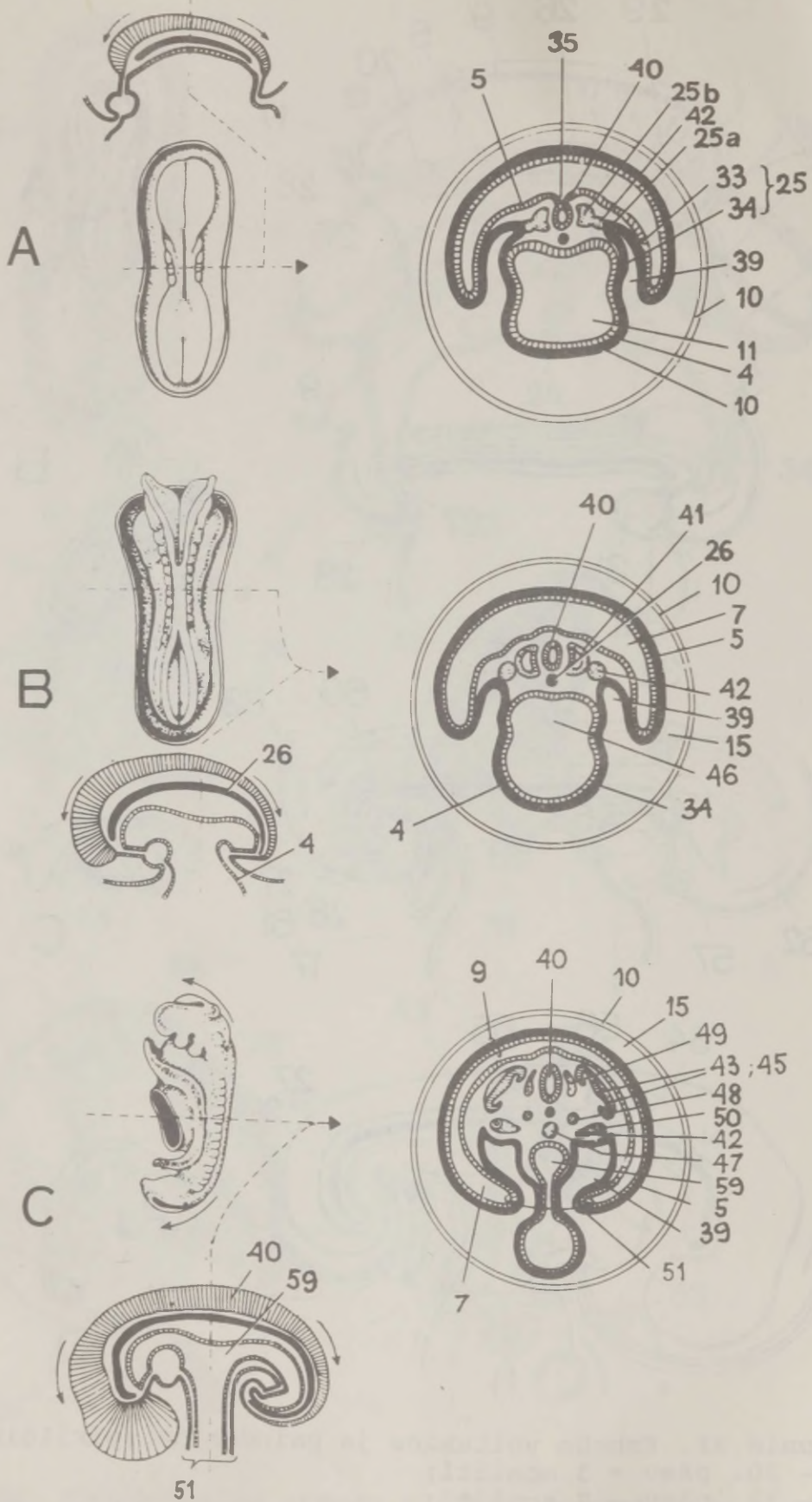
Joonis 31. Embrüonaalse arengu 3. nädal - somiitide eristumine.



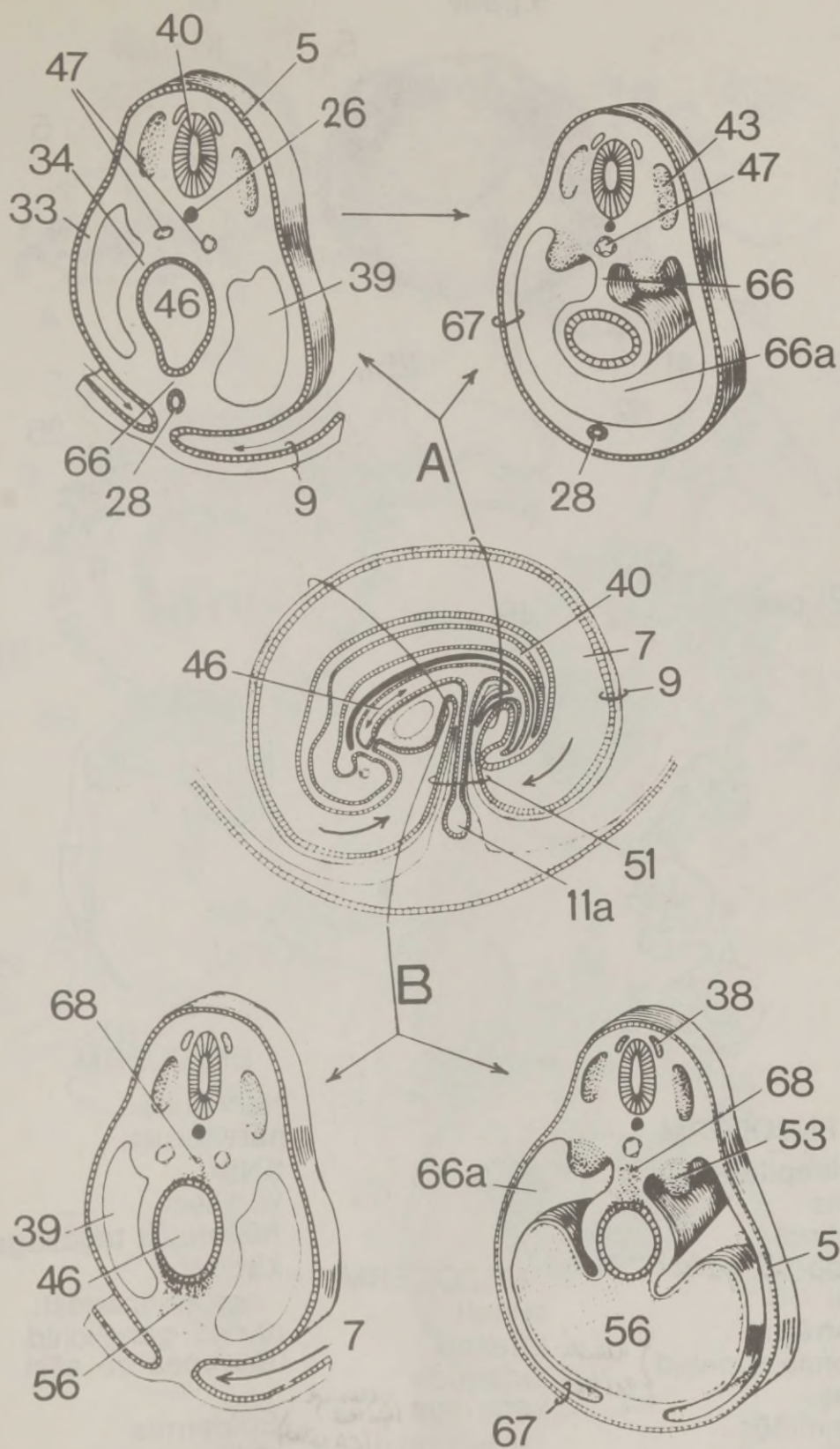
**Joonis 32.** Embrüo voltumine ja paindumine (pikilõiked).

- A - 20. päev - 3 somiiti;
- B - 22. päev - 7 somiiti;
- C - 25. päev - 14 somiiti;
- D - 28. päev - 25 somiiti.





**Joonis 33.** Embrüo voltumine ja paindumine (ristlõiked).  
 A - 20. päev; B - 22. päev; C - 26. päev.



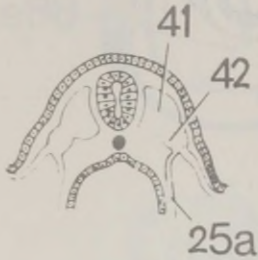
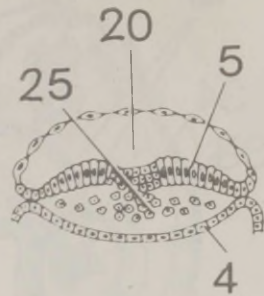
**Joonis 34.** Embrüo voltumine ja paindumine. Ristlõiked nabavöödist kaudaalselt (A) ja kraniaalselt (B).



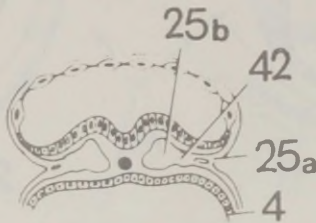
9.päev



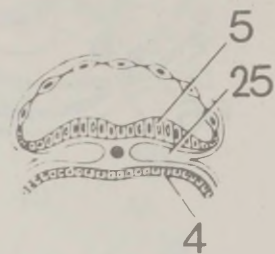
16.päev



21.päev



19.päev



17.päev



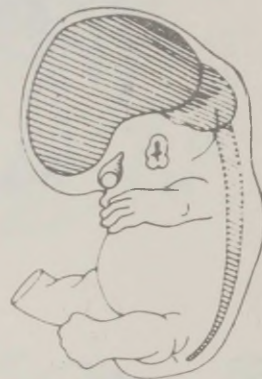
### ENTODERM

sooleepiteel  
maks  
pankreas  
kusepõis *epiteel*  
neel  
kilpnäär  
trahhea, bronhid *neel  
epiteel*  
kops  
trummiõõs  
kuulmetõri  
mandlid  
*suguelundite epiteel*



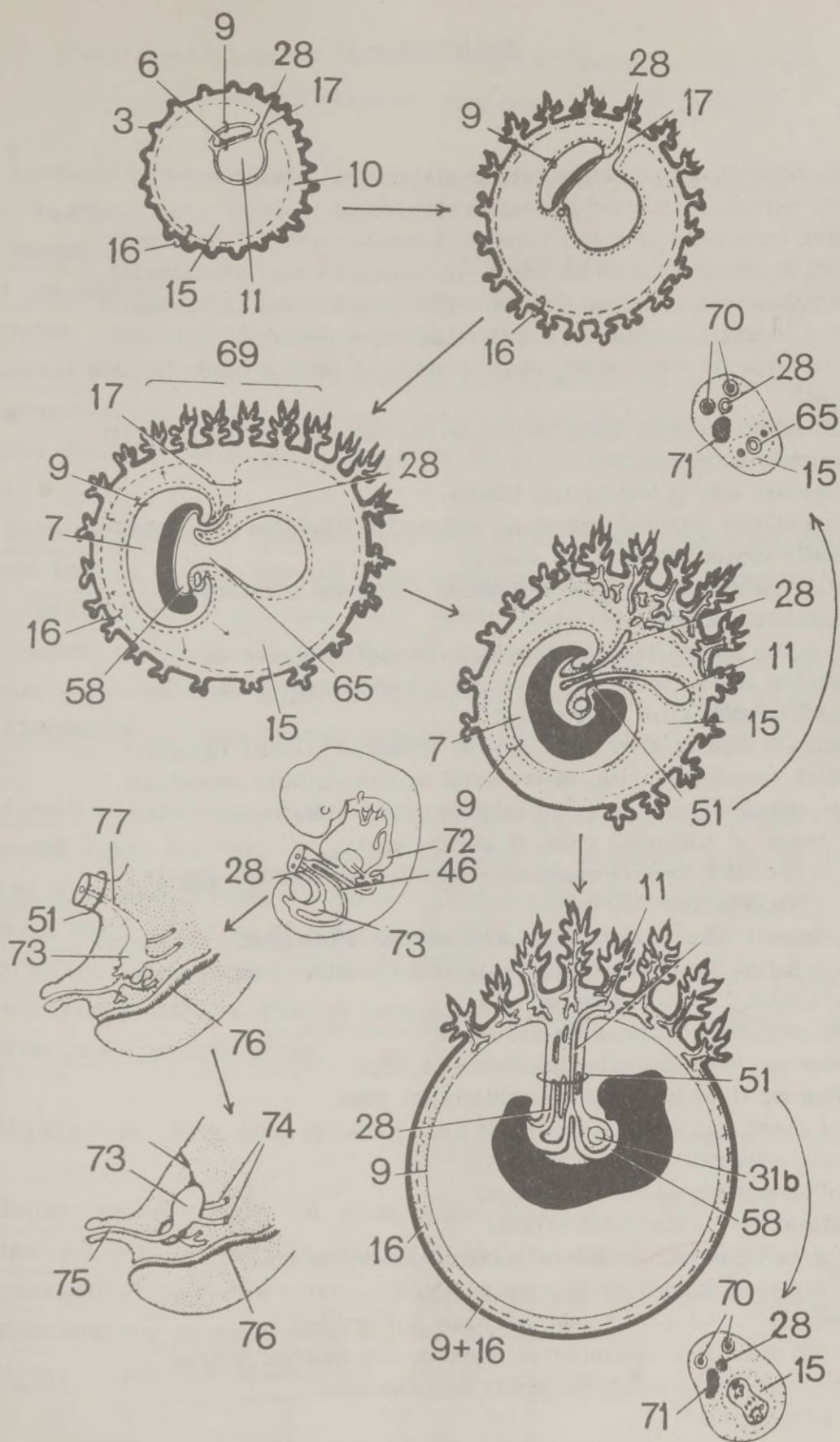
### MESODERM

skelett  
lihased  
sidekude  
vereringe *mesoderm*  
kuseelundid *(v.a. epiteel)*  
põrn  
suguelundid *v.a. epiteel*  
nahk *v.a. epidermis*  
neerupealise koor



### EKTODERM

Närvikude:  
närvitorust:  
KNS  
Võrkkest  
hüpofüüsi tagasagar  
käbikõha  
neuraalharjast:  
närv, ganglionid  
neerupealise säsi  
Epidermis:  
nahk, küüned  
piimanäärmed  
hüpofüüsi eessagar  
jt.



**Joonis 36.** Amnioni (veekesta), allantoisi (lootekusekoti) ja rebukoti kujunemine.



Küsimused:

1. Millises ootsüüdi arengustaadiumis toimub viljastumine solkamel?
2. Millises ootsüüdi arengustaadiumis toimub viljastumine inimesel?
3. Millistel loomsetel organismidel toimub viljastumine ootsüüdi I profaasis?
4. Millistel loomsetel organismidel toimub viljastumine ootsüüdi I metafaasis?
5. Millistel loomsetel organismidel toimub viljastumine ootsüüdi II metafaasis?
6. Millistel loomsetel organismidel toimub viljastumine ootsüüdi II anafaasis?
7. Millistel loomsetel organismidel toimub viljastumine pärast munaraku lõplikku valmimist?
8. Millised momendid meioosi käigus on olulise tähtsusega geneetilise materjali kombineerumise seisukohalt?
9. Krossing-overi kulg ja bioloogiline tähtsus.
10. Millal ja millest eristuvad sugurakkude eellasrakud (tüvirakud e. „primaarsed sugurakud“) inimese embrüonaalses arengus?
11. Kus, millal ja millest eristuvad sugurakkude eellasrakud (tüvirakud):  
a) inimesel, b) lindudel?
12. Mis on, milles seisneb ja millal toimub geenide amplifikatsioon imetajatel?
13. Iseloomustage meioosi seiskumisi (blokaade) inimese oogeneesi käigus.
14. Mis toimub ootsüüdi kiire kasvu perioodil?
15. Iseloomustage ootsüüdi kiire kasvu perioodi erinevatel liikidel (ootsüüdi arengujärk, geneetiline valem, vastav morfoloogiline struktuur munasarjas).
16. Millises arengustaadiumis on ja kui palju on ootsüüte tütarlapsel embrüonaalse arengu: a) kolmandaks kuuks, b) sünnihetkeks?
17. Kuidas liigitatakse loomsete organismide munarakke rebusisalduse alusel? Millisel liigil milline tüüp on?
18. Kuidas tüpiseeritakse loomsete organismide sügooti lõigustumist?
19. Mis on ja kellel on: a) steroblastula, b) tsöloblastula, c) amfiblastula, d) diskoblastula? Iseloomustage neid.
20. Millised on gastrula moodustumise põhitüübid?
21. Kirjeldage mesodermi kujunemise teloblastilist tüüpi.
22. Kirjeldage mesodermi kujunemise enteroblastilist tüüpi.
23. Millised struktuurid tekivad ektodermist?
24. Millised struktuurid tekivad entodermist?
25. Millised struktuurid tekivad mesodermist?
26. Mis on trofoblast ja mis temast kujuneb?
27. Kuidas asetsevad spermatozoidide eellasvormid seemnetorukestes?
28. Kuidas ja millest kujuneb närvisüsteem amfiibidel?
29. Miks peetakse viljastumisprotsessi aktiivseks protsessiks?
30. Kuidas saab võimalikuks spermatozoidi tungimine läbi munaraku kestade?
31. Miks tavaliselt ühineb munarakuga ainult üks seemnerakk?
32. Mis on partenogenees?

Millise geneetika kog.

1. Otsüüdi arengus ja spermatozoidide meioos.  
 2. Mis on graaf, mille järgi areng, tema moodustumine.  
 Kuidas toimub viljastumine? 70  
 Mis on blastotsüst?  
 Mis on trofoblast?  
 Mis on implantatsioon – blastotsüsti kinnitamine.



# Parasitismi bioloogilised alused.

## 1. Blootiliste seoste tüübid.

Looduslikes kooslustes esinevad organismide vahel mitmesugused blootilised seosed. Vaatleme neist tähtsamaid.

**Sümbloos** (kr.k. 'syn' = koos) – mõlemale osapoolale kasulik kooselu, partnerid toovad teineteisele otsest kasu. Näiteks elavad inimese soolestikus bakterid *Escherichia coli* – soolekepikevad, kes toituvad soolesisusest ja omakorda soodustavad B-rühma vitamiinide sünteesi sooles, samuti on neil võime alla suruda tõvestavate bakterite (näiteks düsenteeriategitajate) aktiivsust. Vahel kasutatakse sümbioosi sünonüümina terminit mutualism (ld.k. 'mutus' = vastastikune, mõlemapoolne).

**Kommensalism** (ld.k. 'commensales' = lauakaaslased) – kahe eri liiki kuuluva organismi kooselu, mis on kasulik ühele partnerile, kuid ei ole kahjulik ka teisele. Näiteks sobib inimese suuõõnes elav amööb *Entamoeba gingivalis* (toitumuslik kommensalism). Ruumilise kommensalismi näiteks sobivad närilised, kelle urgusid kasutavad eluasemena ka paljud teised loomad (ämblikud, kirbud, moskiitod jt.).

**Kiskjalisus** – kiskja ründab saaklooma, surmab selle ja saab nõ. ühekordset kasu.

**Parasitism** (kr.k. 'parasitos' = kõrvaltoitlustuja, muidusööja) on selline eri liiki organismide suhe, kus üks organism (parasiit e. nügiline) kasutab teist liiki organismi kui elukeskkonda ja toidu allikat, toob sellega peremees-organismile märgatavat kahju, kuid reeglina ei surma teda. Parasitism on looduses laialdaselt levinud. 60–65 tuhat loomaliiki (6–7% kõikidest Maal elutsevatest loomaliikidest) on parasitaarse eluviisiga. Enamus parasiitidest kuuluvad ainuraksete, lameusside, ümarusside ja lüljalgsete hulka.

## 2. Üldine ja meditsiiniline parasitoloogia.

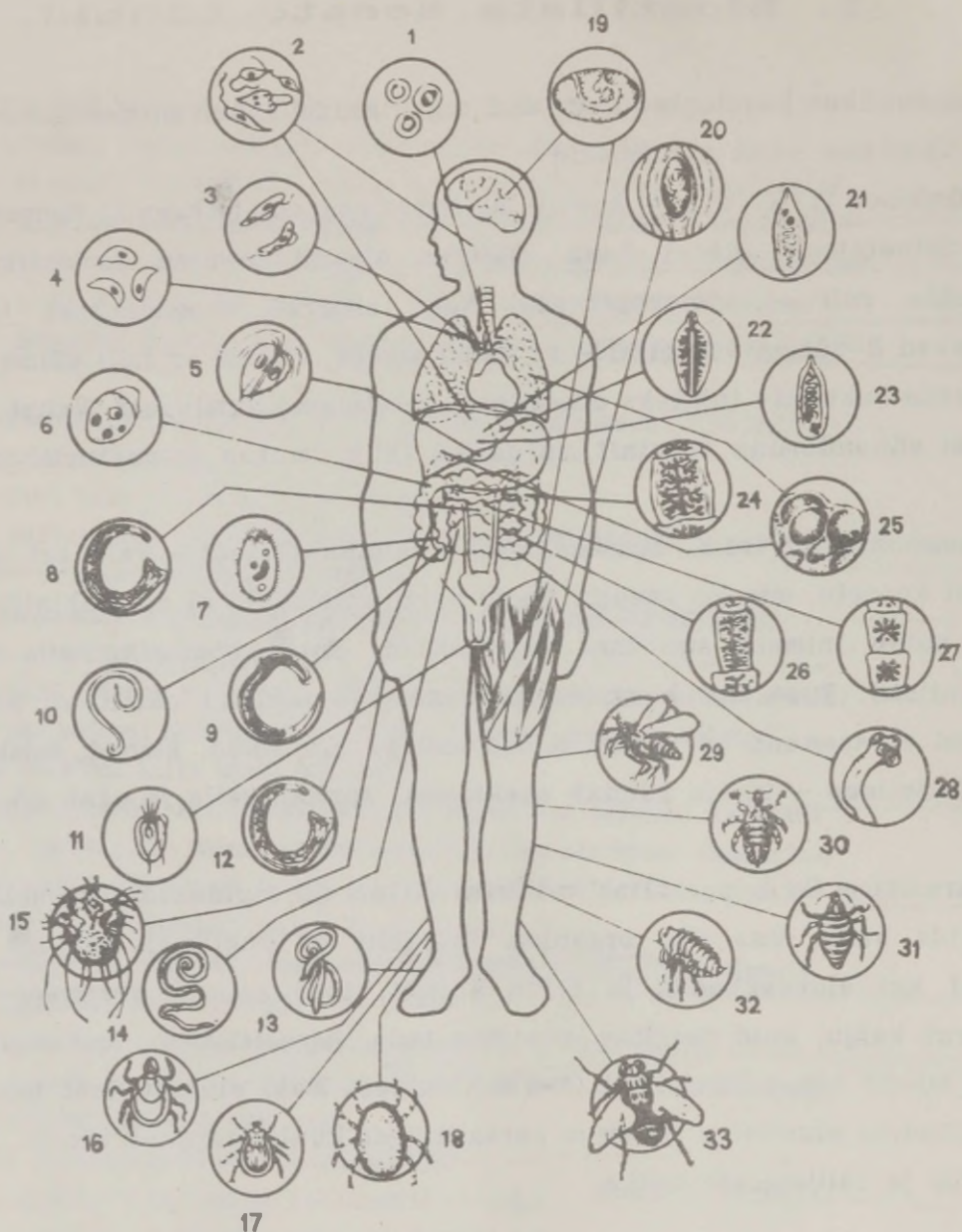
**Üldine parasitoloogia** on kompleksne bioloogiateaduse haru, mis uurib parasitismi nähtust, parasiitide bioloogiat (molekulaarsest ökoloogilisest tasemeni), samuti parasiitide poolt esile kutsutud haigusi ning parasiitidega võitlemise võtteid.

**Meditsiiniline parasitoloogia** tegeleb inimese parasiitidega. Ta töötab välja parasiitidega võitlemise teaduslikke aluseid, diagnostika, ravi ja profülaktika võtteid.

Meditsiiniline parasitoloogia hõlmab kolme valdkonda:

Leidub ainus blastopoon e. lihtsaim – kui saab sead  
de tegu lihtsustega e. diatüüpsustega (kõikloome  
numarakesed)  
Zooniidid – mis on? Hisi, mis saab  
Tsölloom – keha sees, tekitab meeditsiini jaoks  
amüüon – rakkude loomad (kui on amüüonid – rakk  
autois? – kusekott. Hisi rakkude all on loomad  
amüüonid





**Joonis 37. Inimese parasiitide lokalisatsioon.**

1 - malaaria plasmoodiumid ja hallsääsk; 2 - leišmaaniad; 3 - trüpanosoomid; 4 - toksoplasma; 5 - lamblia; 6 - düsenteeria siseamööb; 7 - balantiidium (koli pusarake); 8 - nekator (*Necator americanus*); 9 - naaskelsaba; 10 - inimese solge; 11 - trihhomoonas; 12 - kõõrpea; 13 - niituss; 14 - piuglane; 15 - süüdiklest; 16 - puugid; 17 - puuk *Dermacentor pictus*; 18 - puuk *Ornithodoros papillipes*; 19 - nookpaelussi tang; 20 - keeritsussi vastne; 21 - väike-ebamaksakaan; 22 - tavaline maksakaan; 23 - kassi-tagaraiglane; 24 - nookpaeluss; 25 - ehhinokokk-paelussi põistangud; 26 - nudipaeluss; 27 - laiuss; 28 - kääbusviik; 29 - moskiito; 30 - täi; 31 - voodilutikas; 32 - kirp; 33 - nahakiin.

meditsiinilist protozooloogiat (käsitleb ainurakseid inimese parasiite), meditsiinilist helmintoloogiat (käsitleb inimese lame- ja ümarusside parasiite) ja meditsiinilist arahnomentomoloogiat (käsitleb lüljalgsed inimese parasiite).

Meditiinilise parasitoloogia põhilised ülesanded on:

- 1) parasiitide kõikide arengujärgude morfoloogia iseärasuste uurimine – parasiitide ehituslike iseärasuste tundmine võimaldab arstil täpselt määrata parasiidi liigilist kuuluvust, mis omakorda on eduka ravi eelduseks;
- 2) parasiitide arengutsüklite uurimine;
- 3) vastastikuste mõjutuste uurimine süsteemis parasiit-peremees;
- 4) diagnostika, profülaktika ja ravi teaduslike aluste väljatöötamine;
- 5) parasitaarhaigustega võitlemiseks vajaliku organisatsioonilise kujundamine.

Kuna parasiidid võivad lokaliseeruda praktiliselt kõikides inimese organites (joon. 37), tuleb parasiitidega ja vastavate kahjustustega kokku puutuda kõikide erialade arstidel. Terapeutide poole võivad pöörduda haiged seedetrakti ja sapijuha kahjustustega (lamblioos, helmintoosid), maksa kahjustustega (helmintoosid), kopsukahjustustega (helmintoosid), aga ka paljude parasiitidest põhjustatud intoksikatsioonide puhul. Kirurgid puutuvad kokku parasitaarhaigustega näiteks maksa ja kopsu ehhinokokkoosi ja alveokokkoosi puhul, solkmetest tingitud soolesulguse, sapijuha ummistuse puhul (maksa-kakssuulane ja solge), trihhinelloosi puhul. Sageli puutuvad parasitaarhaigustega kokku lastearstid. Neurokirurgid eemaldavad haigete ajast nook-paelussi või ka ehhinokoki põistangusid. Soolestikuoperatsioonide tüsistused on teatud juhtudel tingitud solkmete tegevusest. Iga arst peab arvestama võimalusega, et ravitavale haigusele lisandub parasiit-organismide komplitseeriv mõju.

### **3. Parasiitide klassifitseerimisest.**

Tõelised (obligatoorsed) parasiidid on oma arengutsükli jooksul lühemat või pikemat aega seotud peremees-organismiga. Parasitaarne eluviis on sel juhul liigile iseloomulikuks tunnuseks.

Pseudoparasitismiks nimetatakse olukorda, kus looduses vabalt elava liigi esindaja satub juhuslikult teist liiki organismi, kus suutes mõne aja jooksul säilitada eluvõime, kutsus esile peremehe elutegevuse häireid. Näiteks hariliku toakärbsse vastsete sattumine inimese seedesüsteemi võib esile kutsuda seede-elundkonna kahjustusi.

Ajutised parasiidid (eeskätt verdimevad lüljalgsed) on peremehega kontaktis



lühiajaliselt, tavaliselt toitumise ajal.

Püsiparasiidid on peremees-organismiga kontaktis oma elutsükli pikema osa vältel.

Ektoparasiidid (välis-) parasiteerivad peremehe keha pinnal (nahk, juuksed). Siia kuuluvad verdimevad lülijalgsed.

Endoparasiidid (sise-) parasiteerivad peremehe siseorganites, kudedes ja rakkudes. Enamasti on parasiit spetsialiseerunud kindlale koele või organile. Mõningad parasiidid võivad kahjustada aga erinevaid peremehe organeid (*Leishmania donovani* kahjustab näiteks maksa, põrna, luuüdi ja lümfisõlmi).

#### 4. Peremees-organism ja siirdaja.

Peremeheks on organism, keda parasiit kasutab elukohana ja toitumisallikana. Mitmed parasiidid vahetavad oma elutsükli käigus peremehi (peremehe vahetus).

Lõplikuks peremeheks (definittiivseks, l.d.k. 'definitivus' = lõplik) nimetatakse organismi, kelles parasiit veedab suguküpse osa oma elutsüklis või kelles ta suguliselt paljuneb.

Vaheperemeheks nimetatakse organismi, kelles parasiit veedab oma vastse-ea või kelles ta paljuneb sugutult.

Reservuaar-peremeheks on organism, kelles toimub parasitaarsete organismide kogunemine. Inimene on reservuaariks malaariatekitajale. Närilised on reservuaariks leišmanioositekitajale.

Siirdajad on eeskätt verdimevad lülijalgsed. Spetsiifilisteks siirdajateks on organismid, kelle sees parasiit läbib mõne oma arengujärgu. Mehhaanilisteks siirdajateks on organismid, kes levitavad parasiiti ruumis. Mõnel juhul võivad siirdajad olla ka parasiidi looduslikeks reservuaarideks.

#### 5. Parasitismi päritolust.

Juhtivate parasitoloogide arvates on parasitaarne eluviis tekkinud evolutsiooni käigus väga erinevalt radu pidi.

Ektoparasiitide esivanemad on teatud juhtudel olnud kas vabalt elavad kiskjaliku eluviisiga vormid või kommensaalid. Mõningad endoparasiidid on kujunenud ektoparasiitsetest esivanematest või ka kommensaalidest.

Arvatakse siiski, et enamus endoparasiitidest on primaarse tekkega - algselt juhuslikult teist liiki organismi sattunud potentsiaalne parasiit on läbinud koos

Peremees- tema sees toim. sugul. paljunemine  
e. lõplik peremees

Vaheperemees- mittesugul. paljun., v. elab vahel

peremehega pika evolutsiooniprotsessi ning nii kohastunud parasitaarse eluviisiga.

## 6. Vastastikused mõjutused süsteemis parasiit-peremees.

Parasiidi mõju peremehele. Parasiit kahjustab peremehe organismi - ta mõjub patogeenselt (kr.k. 'pathos' = kannatus). Mõju loomus ja ulatus võib olla erinev. Paljud hulkraksed parasiidid võivad kahjustada peremeest mehhaaniliselt. Nad võivad vigastada seedeelundkonna kudesid, põhjustada soolevalendiku ummistumist (solkmed), maksajuha ummistumist (solkmed, maksa-kakssuulane). Mehhaanilisi vigastusi võivad esile kutsuda ka mõnede parasiitide vastsevormid (näiteks vere-imiusside vastsed võivad tungida läbi vigastamata naha). Parasiidi munade või vastsete kogunemine maksa võib põhjustada maksa kärbumist.

Parasiitide eritised võivad olla toksilised (malaaria plasmoodium, toksoplasma, ümarussid).

Parasiidi toitumine põhjustab peremehe kurnatust. Nudipaeluss kasvab tänu intensiivsele toitumisele ööpäevas 7-10 cm, saavutades mõne kuuga aukartust-äratavad mõõtmised. Laiuss omastab peremehe organismist suures koguses vitamiini B<sub>12</sub>, põhjustades inimesel aneemia kujunemist.

Helmintidele iseloomulik migratsioon (noorjärkude ränne peremehe organismis) kutsub esile kudede kahjustumist, põletikulisi protsesse, soodustab infektsioonide levikut, avaldab toksilist toimet.

*Kõik need alla  
LD - eksperim. eelalusele arste (kui palju % peremehele kahjustab)*

Verdimevad ektoparasiidid levitavad ohtlikke nakkushaigusi.

Peremeesorganismi toime parasiidile. Peremees mõjutab parasiite mitmel viisil, surudes alla parasiitide elutegevust ja surmates neid.

Raku tasemel avaldub see sageli raku mõõtmete suurenemises.

Koe tasemel avaldub see näiteks parasiidi noorjärkude kapseldamises sidekoelistesse kihnudesse.

Humoraalsel tasemel on protsess oma olemuselt immunoloogilise vastuse kujundamine (parasiidi kehapinna valkude kui antigeenide vastu antikehade väljatöötamine ja kogu immuunsüsteemi käivitamine). Mitmete ainuraksete parasiitide suhtes kujuneb püsiv immuunsus (*Leishmania*, *Trypanosoma*), teiste osas - lühiajaline immuunsus (*Entamoeba*, *Trichomonas*). Ka näiteks keeritsussi vastu kujuneb inimesel püsiv immuunsus. Immuunreaktsioonide tõttu hävib kuni 25% solkme noorjärkudest. Helmintoosidega kujunev immunitet vähendab parasiitide eluiga ja viljakust. Eksperimentaalselt on näidatud ka helmintide vastase kunstliku



Immuunsuse kujundamise võimalikkust inimesel.

Peremehe organismis võib üheaegselt parasiteerida mitmeid eri liiki parasitte. Parasitidid mõjutavad sel juhul ka üksteist, vastastikune toime võib olla erineva loomuga, tugevdades või ka nõrgendades üldist patogeenset mõju peremees-organismile. Parasitide kooslust peremees-organismis nimetatakse **parasitotsünoosiks**. Näiteks askaridoosi puhul surutakse alla lambliate elutegevus soolestikus, difüllobotrioosi puhul on lambliate arvukus aga suurenenud. On teada, et bakteriaalse düsenteeria haigetel, kellel lisaks kaasneb askaridoos, kulgeb haigus raskemalt. Helmintooside puhul kulgevad raskemalt ka tuberkuloos, Botkini tõbi, kõhutüüfus ja teised nakkushaigused.

## Loomade süstemaatikas kasutatav terminoloogia.

### Takson:

REGNUM	-riik
SUBREGNUM	-alamriik
SUPERDIVISIO	-ülem põhikond
DIVISIO	-põhikond
PHYLUM	-hõimkond
SUBPHYLUM	-alamhõimkond
CLASSIS	-klass
SUBCLASSIS	-alamklass
INFRACCLASSIS	-infraklass
SECTIO	-seksioon
ORDO	-selts
SUBORDO	-alamselts
FAMILIA	-sugukond
GENUS	-perekond
SPECIES	-liik

### Näide:

ANIMALIA (ZOA)	-loomad
METAZOA	-hulkkraksed
BILATERALIA	-kahekülgsed
PROTOSTOMIA	-esmassuused
ARTHROPODA	-lüliljalgsed
TRACHEATA	-trahheeloomad
INSECTA	-putukad
ECTOGNATHE	-välislõugsed
PTERYGOTA	-tiibputukad
HOLOMETABOLA	-täismoondega putukad
DIPTERA	-kahetiivalised
BRACHYCERA	-kärbselised
MUSCIDAE	-päriskärblased
MUSCA	-kärbes
MUSCA DOMESTICA	-toakärbes

## Meditsiiniline protozooloogia.

Ainuraksete hõimkonda kuulub rida inimesele patogeenseld vorme, kes kahjustavad erinevaid kudesid ja organeid ning põhjustavad tõsisel, mõnikord ka letaalse kuluga haigusi.

Inimese parasitaarsel ainuraksel uurib zooloogia eriharu - meditsiiniline protozooloogia.

## Ainuraksete hõimkonna iseloomustus.

Hõimkonda kuuluvad ainuraksed on terviklikud organismid. Kui hulkrakse organismi koosseisu kuuluvad rakud on spetsialiseeritud funktsioonidega (rakkudevaheline tööjaotus), sõltuvad teiste keha rakkude talitlusest ja ei suuda eksisteerida isoleeritult, siis ainuraksed on raku tasemel organismid.

Ainuraksete keha on mikroskoopiliste mõõtmetega ( $1\text{ }\mu\text{m}$ –  $2\text{ }\mu\text{m}$ ) ja koosneb järgmistest komponentidest: plasmamembraan, tsütoplasma, raku organoidid, rakutuum.

Plasmamembraan on tüüpilise ehitusega ja võib olla kaetud erilise tiheda pelliikuliga.

Tsütoplasma välimine kiht (ektoplasma) on tihedam, homogeensem ja läbipaistev, sisemine kiht (endoplasma) sõmeram ja vedelam. Endoplasmas paiknevad universaalse loomusega organoidid (mitokondrid, endoplasmaatiline retiikulum, Golgi aparadi diktüosoomid jne.) ja raku tuum.

Lisaks neile on erinevatel ainuraksetel ka spetsiaalfunktsiooniga raku organoide:

- 1) liikumis-,
- 2) toitumis-,
- 3) eritus- ja
- 4) kaitseorganoidid (organellid).

### 1) Liikumisorganoidid on:

1.1 pseudopoodid (ebajalad e. kulendid) – mitmesuguse kujuga ajutised väljasirutatavad tsütoplasmaosad;

1.2 viburid – püsivad pikad niidikujuvõlised struktuurid, võivad olla seotud erilise unduleeriva membraaniga;

1.3 ripsmed – püsivad lühikesed niidikeseid.

Ripsmete ja viburite ehitus on paljuski sarnane. Nende lähtepunktis asub tsütoplasmas eriline graanul – basaalkesha (ehituselt identne tsentriooliga (valem  $= (9 \times 3) + 0$ ). Ripsmete ja viburite läbimõõt on ca  $0,2\text{ }\mu\text{m}$  ( $200\text{ nm}$ ). Ripsme ja viburi sees asuvad 9 paari mikrotoruksesi (perifeerselt) ja tsentraalselt veel 2 mikrotoruksesi (valem  $= (9 \times 2) + 2$ ).

### 2) Toitumisorganoidid on:

2.1 seedevakuool (toiteküblik);

2.2 sekretoorsed vakuoolid (võivad sisaldada proteolüütilisi ensüüme);

2.3 ekskretoorsed vakuoolid (sisaldavad eritisi ja jääkaineid).



Enamus ainurakseid toitub tahketest osistest. Fagotsütoosi abil satuvad need seedeвакуooli, mis sisaldab seedeensüüme. Toit seedub ja tekkinud lihtsamad ühendid imenduvad tsütoplasmasse. Jääkaineid heidetakse väliskeskkonda, enamasti vahendavad seda protsessi ekskretoorsed вакуoolid. Parasitaarsete ainuraksete puhul on ülekaalus pinotsütoosi protsess. Mõningatel juhtudel esineb ainuraksetel ka rakuväline seedimine – proteolüütilised ensüümid väljundatakse sekretoorsetes вакуoolides.

Lõpuks, rühm ainurakseid (*Subcl.: Phytoflagellata*) omades kloroplaste, on võimelised autotroofseks toitumiseks.

3) **Eritusorganoidid** on lisaks eelpoolnimetatud sekretoorsetele ja ekskretoorsetele вакуoolidele veel kontraktiilne вакуool (pulseeriv вакуool e. tuikekublik), mis perioodiliselt täitub vedelikuga ja tühjeneb väliskeskkonda. Tema põhiülesandeks peetakse osmootse rõhu reguleerimist. Parasiitsetel, samuti ka merevees elavatel ainuraksetel (keskkonnad, kus osmootne rõhk on lähedane tsütoplasma omale), kontraktiilne вакуool puudub. Vabalt elavatel vormidel osaleb kontraktiilne вакуool ka raku hapnikurikka veega varustamisel.

4) **Kaitseorganoidid** esinevad infusooridel. Nendeks on trihhotsüstid (paisatid) – ripsloomade ektoplasmas asetsevad niitjad väljapaisatavad kehakesed. Tungides vaenlase või saakobjekti kehasse halvavad nad selle talitluse.

**Tuumi** on ainuraksetel kas üks või mitu.

**Paljunemine** on ainuraksetel kas sugutu (mitoos, pungumine, skisogoonia e. hulgi jagunemine) või suguline (enamasti kopulatsioon, infusooridel konjugatsioon).

**Elutsüklile** on iseloomulik teatud arengustaadiumite vaheldumine. Algstaadiumiks on sügoot, mis jaguneb sugutult, järgneb suguliste haploidsete raku-vormide tekkimine ja uue sügoodi teke.

**Entsüsteerumine** e. tsüstide moodustamine on ainuraksetele iseloomulik viis ebasoodsates tingimustes ellujäämiseks. Vegetatiivsed vormid (üks või mitu) vähenevad mõõtmeis (peamiselt vee arvel) ja nende ümber kujunevad tihedad kestad. Soodsates tingimustes kestad lahustuvad ja vegetatiivsed vormid jätkavad endist eluviisi.

Ainuraksete süsteem suuremate taksonite osas on järgmine:

*Phylum: Protoza* – ainuraksed

1. *Subphylum: Sarcomastigophora* – juurviburloomad

1. *Classis: Mastigophora* – viburloomad

2. *Classis: Sarcodina* – juurjalgsed

3. *Classis: Opalinata* - opaalloomad
2. *Subphylum: Sporozoa* - eosloomad
  1. *Classis: Telosporea* - eostujad
  2. *Classis: Toxoplasmea* - toksoplasmad
  3. *Subphylum: Cnidospora* - kõrve-eosloomad
    1. *Classis: Myxosporidea* - limaeosloomad
    2. *Classis: Microsporidea* - väikeeosloomad
  4. *Subphylum: Ciliophora* - ripsloomad
    1. *Classis: Cillatea* - ripsloomad

Käesoleva kursuse raamides käsitlemist leidvad ainuraksed on toodud süstemaatika koondtabelis lk. 196.

# **1. SUBPHYLUM: *Sarcomastigophora* - JUURVIBURLOOMAD.**

## **1. *Classis: Mastigophora* - viburloomad.**

### **Viburloomade klassi iseloomustus.**

Siia klassi kuuluvatele mikroskoopiliste mõõtmetega ainuraksetele on iseloomulik püsiva kehakuju (ovaalne või värtinataoline) ja viburite (1,2,4,8 või rohkem) olemasolu.

Mõned vabaltelavad viburloomad on võimelised moodustama ka kulendeid (*Mastigamoeba aspera*), olles omapärasteks üleminekuvormideks viburloomade ja juurjalgsete vahel.

Viburloomade klassi kuulub suur hulk seltse (üle kümne). Paljudesse seltsidesse kuulub seejuures ka selliseid organisme, mida botaanikud loevad taimede hulka kuuluvaks.

Klassi süstemaatiline jaotus (kursuses käsitletud leidvate seltsidega) on järgmine:

### ***Classis: Mastigophora* - viburloomad**

#### **1. *Subclassis: Phytoflagellata* - taimviburloomad**

1. *Ordo: Euglenoidea* - silmviburilised
2. *Ordo: Chrysomonadina* - koldviburilised

#### **2. *Subclassis: Zooflagellata* - loomviburloomad**

1. *Ordo: Protomastigina* - algviburilised
2. *Ordo: Polymastigina* - mitmeviburilised
3. *Ordo: Rhizomastigina* - juurviburilised



Praktiline töö nr. 45 Algviiburiliste seltsi kuuluvad liigid. Püsi-preparaadid.

Trüpanosoomidele on iseloomulik mitme morfoloogilise vormi vaheldumine (Joon. 38). Eri vormid erinevad viburi erineva asetuse ja unduleeriva membraani suuruse ning olemasolu alusel. Leishmaniatel esineb 2 vormi: leptomonaadne ja leishmaniaalne.

Algviiburiliste parasitide elutsükkel toimub peremeesorganismi vahetusega. Leptomonaadne vorm parasiteerib putukates – nakkusekandjates, leishmaniaalne vorm aga inimesel ja teistel selgroogsetel.

Leishmaniad kahjustavad kas inimese kattedekudesid (dermatotroopsed liigid) või siseorganite kudesid (vistserotroopsed liigid).

1. *Leishmania donovani* – vistseraalse leishmanioosi tekitaja.

Lokalisatsioon: maksa, põrna, luuüdi, lümfisõlmede ja nahaaluse retikulo-endoteliaalse süsteemi rakud.

Geograafiline levik: Vahemeremaad, Aasia sh. Kesk-Aasia ja Taga-Kaukaasia, troopiline Aafrika ja Ameerika.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus: leptomonaadne ja leishmaniaalne vorm.

Elutsükkel: nakkuse reservuaariks on inimene ja mõned imetajad (koer ja šaakal).

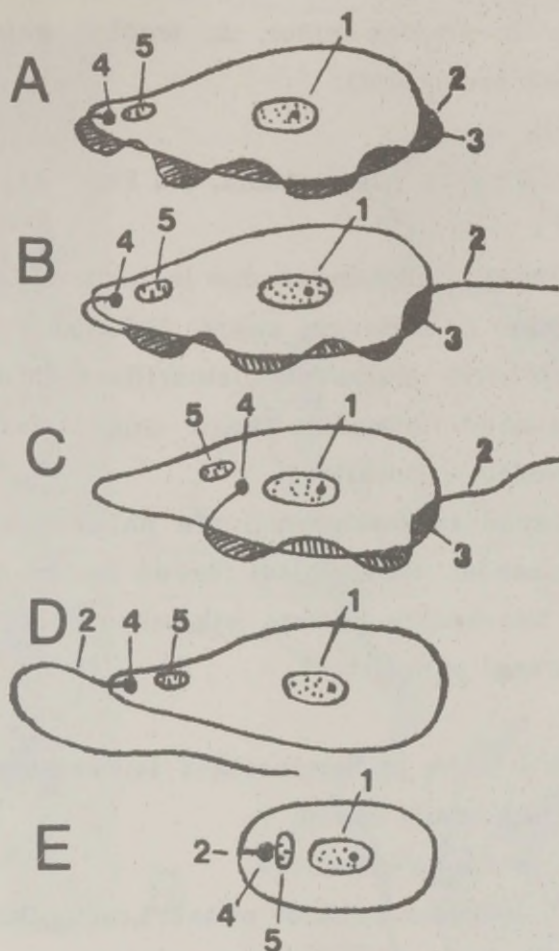
Ülekandjad on väikesed verdimevad putukad – moskiitod perekonnast *Phlebotomus*. Ainuraksed satuvad moskiito seedetrakti, kus läbivad keerulise arengu; seejärel tungivad kudedesse, eeskätt putuka süljenäärmetesse. Inimene nakatub moskiito hammustusest. Ainuraksete leptomonaadsed vormid tungivad verest ja lümfist siseorganite rakkudesse, kus muutuvad leishmaniaalseks vormiks ja paljunevad. Igas rakus võib sisalduda 100–200 ainurakset. Rakkude purunemise järel nakatavad nad kõrvalolevaid rakke. Perifeerses veres neid ei avastata.

Patogogeenne toime: põhjustab korrapäratut ja kestvut palavikku. Põrn ja maks võivad hiiglaslikult suureneda. Kujuneb aneemia ja kurnatus. Haigus võib kulgeda ägedalt või olla kroonilise kuluga (1–3 aastat). Haigestuvad eeskätt lapsed. Suremus on väga kõrge.

Laboratoorne diagnostika: luuüdi biopsia materjali (saadud rinnaku punktsioonil) älgereparaadid, milles püütakse tuvastada leishmaniaalsete vormide olemasolu rakkudes ja rakkudevahelises ruumis.

Profülaktika: individuaalsed kaitsevahendid moskiitode vastu: šaakalite ja hulkuvate koerte hävitamine ja moskiitode tõrje.

leishmaniaalset vorm - nahkhaigus inimesel (dermatotroopne vorm)  
leishmaniaalne vorm - leishmanioos (sistotroopne vorm)



**Joonis 38. Trüpanosoomi elutsükli vormid.**

- A - metatsükliiline (invasioosne vorm);
- B - trüpanosoomne;
- C - krütidiaalne;
- D - leptomonaadne;
- E - leišmanioosne (rakusisene vorm).

- 1 - raku tuum
- 2 - vibur
- 3 - unduleeriv membraan
- 4 - basaalkoht (kinetosoome)
- 5 - kinetoblast (mitokond)



2. *Leishmania tropica* – naha-leiřmanioosi tekitaja (joon. 39). On teada kolm selle ainurakse alamliiki: *L. tropica minor*, *L. tropica major* (ldapoolkeral), *L. tropica mexicana* (läänepoolkeral).

Lokalisatsioon: naha rakud.

Geograafiline levik: Lõuna-Euroopa riigid, Aasia, sh. Kesk-Aasia, Taga-Kaukaasia, Ameerika, Aafrika.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus: leptomonaadne ja leiřmaniaalne vorm.

Elutsükel: oluliselt ei erine *L. donovani* omast. Nakkuse allikas on inimene ja kõrbetes ning poolkõrbetes elutsevad pisinärilised (hiired, rotid, suslikud, ümisejad jt.). Nakatunud loomadele nagu inimestelegi on iseloomulikud nahahaavandid. Siirdajad – moskiitod.

Patogeenne toime: põhjustavad raskestiparanevate nahahaavandite teket näol ja teistel katmata kehaosadel. Paranemisel jäävad inetud sügavad armid.

Laboratoorne diagnostika: haavandite eritiste mikroskoopiline analüüs.

Profülaktika: nagu *L. donovani* puhul.

3. *Leishmania brasiliensis* – naha ja limaskestade leiřmanioosi tekitaja.

Lokalisatsioon: naha ja limaskestade rakud.

Geograafiline levik: Kesk- ja Lõuna-Ameerika.

Elutsükel: ei erine teiste *Leishmania* liikide omast. Looduslikku reservuaari ei ole veel leitud, selleks peetakse koera. Eksperimentaalselt nakatuvad ka ahvid. Siirdaja – moskiito.

Patogeenne toime: esmalt ilmneb väike haavand nahal või limaskestadel, mis paraneb ja jätab iseloomuliku armi. Mõne nädala pärast tekib hulgaliselt valutuid haavandeid suu, neelu, kurgu ja nina limaskestadele. Kahjustuvad ka kõvemad koed (näiteks ninakõhred). Ninaneelu piirkonnas kujunevad ulatuslikud kahjustused. Väga sagedased on sekundaarsed infektsioonid.

Laboratoorne diagnostika: haavandite eritiste mikroskoopiline analüüs.

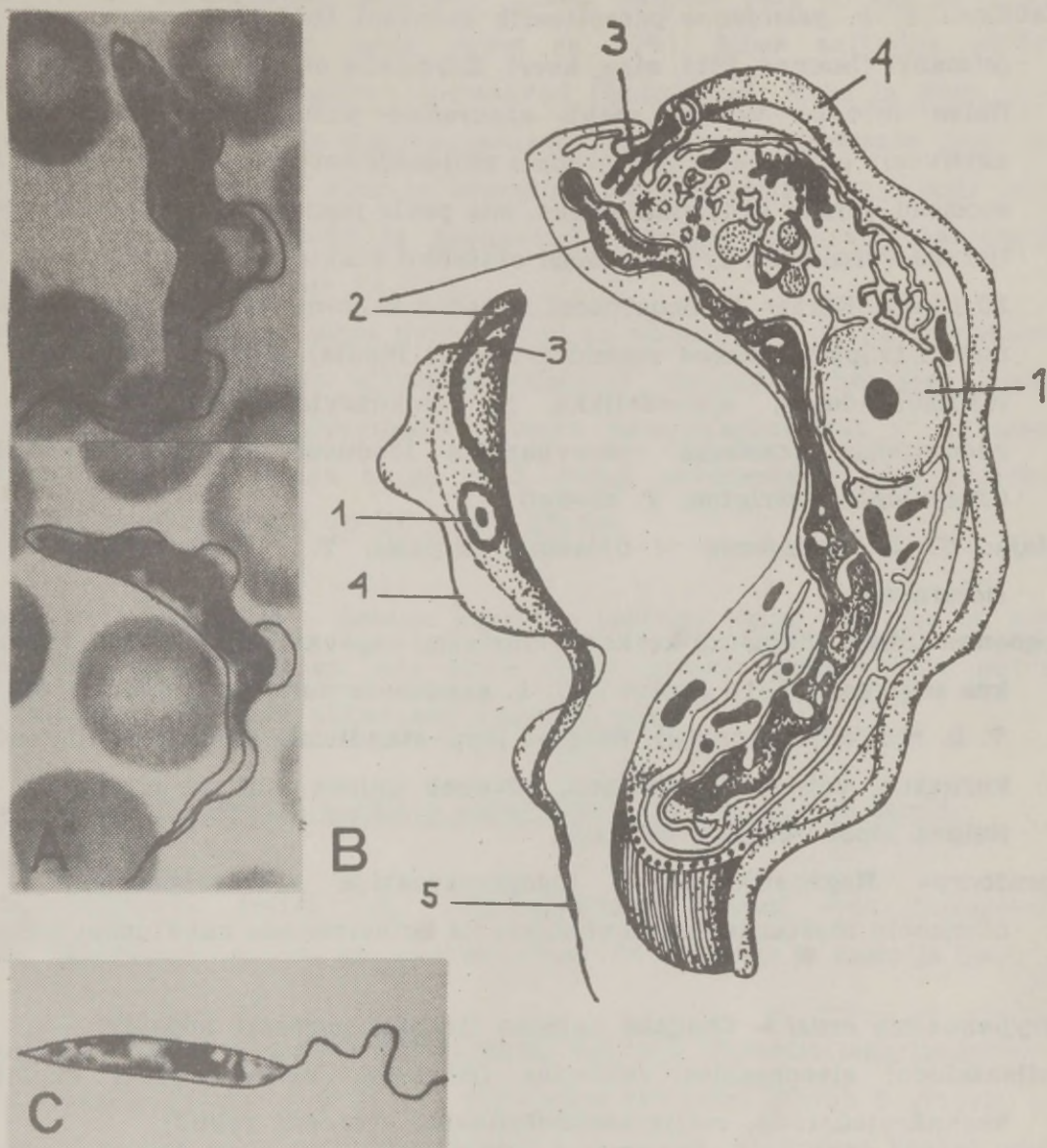
Profülaktika: nagu teiste *Leishmania* liikide puhul.

4. *Trypanosoma brucei gambiense* ja *Trypanosoma brucei rhodesiense* – unitõve tekitajad.

Lokalisatsioon: veri, lümf, tserebrospinaalvedelik (liikvor), selja- ja peaju koed, serooskestad (kehaõõnt ja siseelundeid katvad kelmed).

Geograafiline levik: Aafrika.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus: põhiline vorm on trüpansoomne (esinevad ka



**Joonis 39.** Algviburiliste seltsi kuuluvaid ainurakseid.

A - *Trypanosoma equiperdum*, mikrofoto püsipreparaadist.

B - trüpanosoomide ehitus valgusmikroskoopia andmete (vasakul) ja elektronmikroskoopia andmete (paremal) alusel.

1 - raku tuum; 2 - mitokonder (kinetoblast); 3 - basaalkoer (kinetosoom);

4 - vibur unduleeriva membraaniga; 5 - vaba vibur.

C - *Leishmania tropica*, mikrofoto püsipreparaadist.



metatsükliiline ja krütidiaalne vorm). Rakkude mõõtmed on 13–39 µm.

**Elutsükkel:** *T. b. gambiense* parasiteerib inimesel (põhiline reservuaar) ja koduloomadel (lammas, kits, siga, koer). Siirdajaks on tsetse-kärbes per. *Glossina*. Halge inimese verega satub ainurakne putuka seedekulglasse, kus ta aktiivselt paljuneb ja liigub edasi süljenäärmetesse. Siin muutuvad trüpanosoomsed vormid krütidiaalseteks, mis peale jagunemist muutuvad metatsükliilisteks vormideks. Trüpanosoomi elutsükli pikkus kärbe organismis on umbes 20 päeva. Kärbe hammustusest nakatub inimene. Inimese organismis tekivad uuesti trüpanosoomsed vormid (veres ja lümfis), seejärel parasiidid tungivad lümfisõlmedesse, ajuvedelikku ja kesknärvisüsteemi kudedesse. *T. b. rhodesiense* esmaseks reservuaariks looduses on mõned antiloobiligid (*Tragelaphus scriptus*, *T. spekei*).

**Siirdaja:** *T. b. gambiense* – *Glossina palpalis*, *T. b. rhodesiense* – *Glossina morsitans*.

**Patogeenne toime:** põhjustab kesknärvisüsteemi tugevat kahjustumist. Haigus kulgeb kas aeglaselt (6–10 aastat – *T. b. gambiense* puhul) või ägedalt (3–7 kuud – *T. b. rhodesiense* puhul). Haiguse lõpp-stadiumis kujunevad lihaskrüüsparüüsi, kurnatus, valmne depressioon, süveneb unisus (siit ka nimetus – unitõbi). Haigus lõpeb reeglina surmaga.

**Laboratoorne diagnostika:** vere älgereparaatide mikroskopeerimine. Parasiidi olemasolu tõestamiseks kasutatakse ka katseloomade nakatumist halge verega.

26  
5. *Trypanosoma cruzi* – Chagase haiguse (trüpanosomoosi) tekitaja.

**Lokalisatsioon:** siseorganite rakkudes (müokard, neerupealsed, skeletilihased, kesknärvisüsteem, retikuloendoteliaalse süsteemi rakud).

**Geograafiline levik:** Kesk- ja Lõuna-Ameerika.

**Morfo-füsioloogiline iseloomustus:** põhiliselt rakusisene leišmaniaalne vorm.

**Elutsükkel:** looduslikuks reservuaariks on vööloomad, opossumid, sipelgakarud, närilised ja mõned ahviliigid. Siirdaja: elamutes elunev lutikas *Tryatoma megistra*. Ainuraksed arenevad putuka seedekulglas ja satuvad nahale lutika fekaalides. Metatsükliilsed vormid tungivad naha vigastustesse, limaskestadesse ja muutuvad inimese rakkudes leišmaniaalseteks vormideks, mis kiirelt paljunevad. Nad tungivad rakkudest välja, seejärel muutuvad algul krütidiaalseteks, seejärel aga trüpanosoomseteks vormideks, mis levivad organismi veresoonkonnas. Verest tungivad trüpanosoomid siseorganite rakkudesse ja muutuvad uuesti leišmaniaalseteks vormideks. Veres ainurakne

ei palju.

**Patogeenne toime:** haigestuvad peamiselt lapsed, haiguse kulg on äge ja letaalsus suur (alla 1 aastaste laste puhul ca 30%). Silma sattudes põhjustab ainurakne silmaturse tekke. Suurenevad lümfisõlmed, maks ja põrn. Võivad kaasneda entsefaliidi ja meningo-entsefaliidi nähud. Suuremate laste puhul on haigusel krooniline kulg ja keeruline sümptomaatika. Sagedasti tekivad südamelihase kahjustused ja kujunevad Chagase haigusele iseloomulikud häired EKG-s. Kahjustub ka KNS.

**Laboratoorne diagnostika:** akuutse vormi puhul on võimalik avastada trüpanosoome veres (älgepreparaatide mikroskopeerimisel). Kroonilise haiguse kulgemise puhul peetakse efektiivseimaks võtteks ksenodiagnostikat - nakatamata puukidel lastakse imeda haige verd. Puugi seedekulglas võib paljunenud trüpanosoome avastada 10-20 päeva pärast.

6. *Trypanosoma equiperdum* - hobuse kargtõve tekitaja (Joon. 39). See on ainuke teadaolev trüpanosomoos, mis levib ühelt loomalt teisele ilma putukate vahenduseta. Hobused nakatuvad suguakti ajal.

#### Praktiline töö nr. 18. Mitmeviburiliste seltsi kuuluvad parasitised liigid.

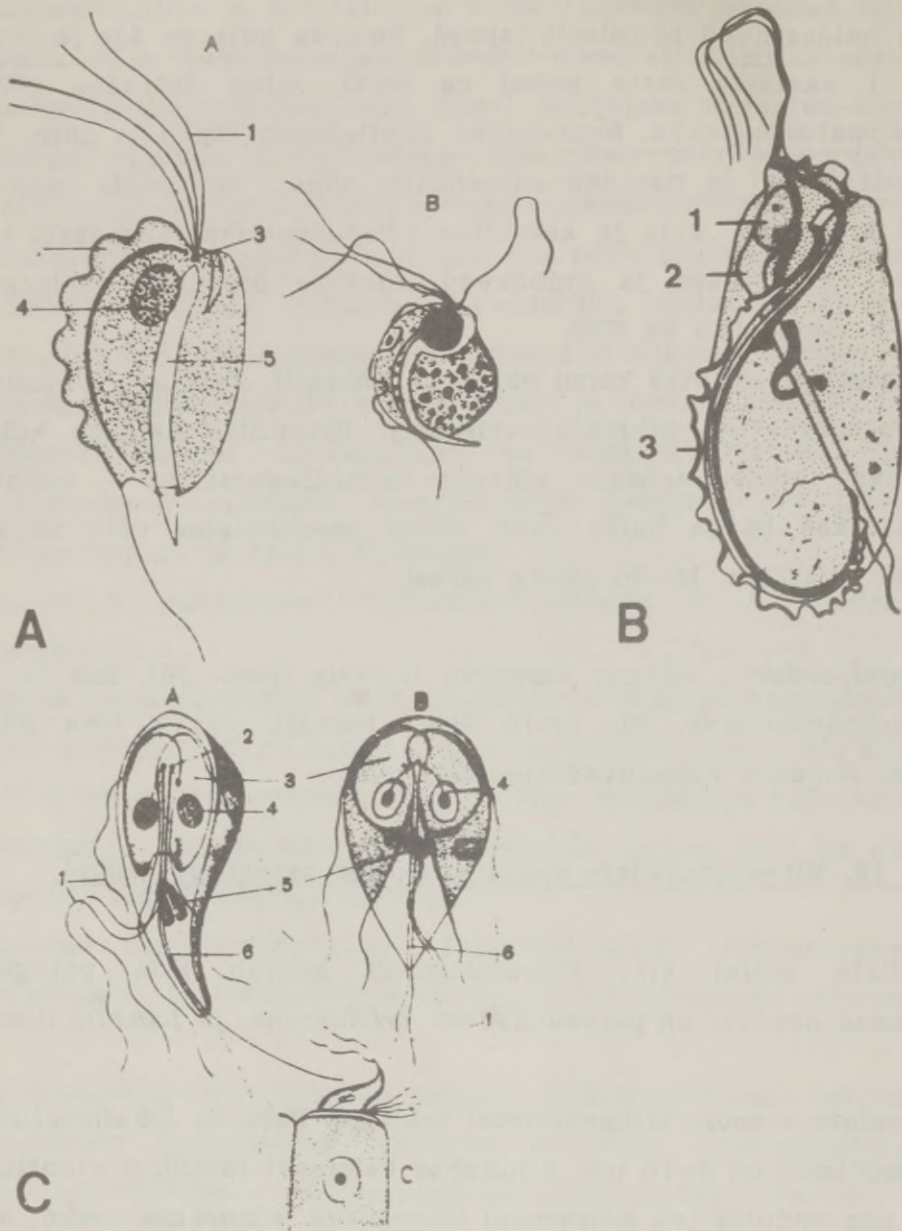
##### Püslipreparaadid.

Mitmeviburiliste seltsi (O.: *Polymastigina*) kuulub rida patogeenseid viburloomi. Tähtsamad nendest on perekondadest *Trichomonas* ja *Lamblia* (Joon. 40).

1. *Trichomonas hominis* - soole trihhomonoosi tekitaja. Parasiit lokaliseerub jämesooles. Tema mõõtmed on 5-15 µm. Ainurakse esiotsast lähtub 5 viburit, neist 4 on vabad, viies aga unduleeriva membraani koosseisus. Ainurakse keskel asetseb aksostüül (telgvarb, kr.k. 'axon'- telg + 'stylos'- sammas), mis raku tagumises otsas moodustab väljaulatuva kida. Tema seedevakuoolidest on leitud baktereid ja tahkeid toiduosi. Paljuneb sugutult. Tsüste pole leitud. Inimene nakatub pesemata juur- ja puuviljadest, ka keetmata veest. Arvatakse, et pole otseselt patogeenne, vaid esineb massiliselt teiste mikroorganismide poolt nõrgestatud organismis.

2. *Trichomonas vaginalis* - urogenitaalse trihhomonoosi põhjustaja on mõõtmelt veidi suurem (kuni 30 µm). Ehituselt on ta väga sarnane *T. hominis*'ega, iseloomulik on mõnevõrra pikem kida aksostüüli tipus. Parasiit lokaliseerub meeste ja naiste





**Joonis 40.** Mitmeviburiliste seltsi kuuluvaid ainurakseid.  
 A - *Trichomonas hominis* (paremal) ja *Trichomonas vaginalis* (vasakul).

1 - viburid; 2 - unduleeriv membraan; 3 - basaalkeha; 4 - raku tuum;  
 5 - aksostüül.

B - trihhomoonase ehitus elektronmikroskoopia andmete alusel.

1 - raku tuum; 2 - aksostüül; 3 - unduleeriv membraan.

C - *Lamblia intestinalis*. A - külgsaade; B - eestvaade;

C - epiteeliraku külge kinnitunud lamblia.

1 - vibur; 2 - basaalkehjad; 3 - iminapp; 4 - tuum; 5 - parabasaalkeha;  
 6 - aksostüül.

kuse- ja suguteedes, kus nagu arvatakse, tema patogeensuse aste sõltub teiste mikroorganismide (bakterite) kohalolekust. Naistel võib kujuneda äge tupepõletik, meestel kulgeb haigus sageli ilma sümptoomideta. Levib eeskätt kui suguhaigus.

Laboratoorne diagnostika põhineb põletikuliste eritiste materjalist valmistatud preparaatide mikroskopeerimisel.

### 3. *Lamblia intestinalis* - lamblioosi tekitaja.

Parasiit lokaliseerub kaksteistsõrmiksooles, sekundaarselt ka sapiteedes. Geograafiliselt on väga laialdaselt levinud. Lamblid on kahepoolse sümmeetriaga ainuraksed, aksostüül asetseb neis telgmiselt. Tal on kaks tuuma ja neli paari vibureid. Raku ühel pooles paikneb nõgus pinnaala - imiketas, mille abil parasiit kinnitub rakkudele. Sattudes soolestiku tagumistesse piirkondadesse, moodustab lamblia 4-tuumalisi tsüste, mis väljundatakse organismist. Nakatumine toimubki tsüstide abil (juur- ja puuvili, vesi, pesemata käed).

Parasiidid (eriti kui neid on massiliselt) häirivad seedetegevust ja pärsivad soole imendufunktsiooni (on häiritud süsivesikute ja rasvhapete imendumine, sooleepiteeli rakkudes ka mitmete ensüümide süntees). On võimalik ka olukord, kus peremees-organismil kahjustusi ei kujune (sel juhul on inimene tsüstide levitaja). Elanikkonna nakatumus võib ulatuda 10-20%-ni, laste kollektiivides 50-80%. Mõned uurijad on eitanud lamblia patogeenset toimet.

Laboratoorne diagnostika: fekaalsest materjalist valmistatud ägepreparaatides tsüstide otsing ja vegetatiivsete vormide otsing kaksteistsõrmiksoole sondeerimisel saadud materjalist.

### 2. *Classis: Sarcodina* - juurjalgsed.

#### Juurjalgsede klassi iseloomustus.

Juurjalgsed e. sarkodiinid (kr.k. 'sarkodes'- lihatoiduline) on küllaltki suur algloomade klass, kuhu kuuluvad väga erineva kujuga organismid. Erinevalt viburloomadest, kes on üldiselt vees (vedelikus) ujuvad ainuraksed, on juurjalgsed roomava liikumisviisiga (veekogude põhjas, parasiitsed vormid- organite sise- või välispinnal) või hõljuvad (plankton). Keha välispinnal pelliikulit ei ole. Tsütoplasma koosneb kahest kihist - ekto- ja endoplasmast. Liikumisorganoidideks on pseudopoodid. Neid kasutatakse ka toidu haaramiseks. Kõik juurjalgsed on heterotroofsed organismid. Enamus juurjalgsedest elab vees, eeskätt merevees. Suur rühm amööbe on parasiidid.



Ebasoodsates oludes moodustavad tsüste. Paljunemine on peamiselt sugutu (mitootiline), sugulist paljunemist (kopulatsioon) on täheldatud harva.

Klassi süstemaatiline jaotus on järgmine:

Cl.: *Amoebozoa* - juurjalgsed

1. Subcl.: *Rhizopoda* - juurjalgsed

1. O.: *Amoebina* - amööbilised

2. O.: *Testacea* - kodaamööbilised

3. O.: *Foraminifera* - kambrilised

2. Subcl.: *Radiolaria* - kiirloomad

3. Subcl.: *Heliozoa* - päikeloomad.

Kursuses käsitlemist leidvad organismid on kõik amööbiliste seltsist.

#### Praktiline töö nr. 19. Tavalise amööbi (*Amoeba proteus*) püsipreparaat.

*Amoeba proteus* (joon. 41) on üks suuremaid looduses vabaltelavaid amööbe. Ta liigub lompide ja tilkide põhjas mudakihil. Liigub pseudopoodide abil. Toitub fagotsütoosi abil, tahked toiduosi satuvad sedevakuooli, kus toimub seedimine. Jäägid väljutatakse eksotsütoosi teel. Pulseeriv vakuool reguleerib rakusisest osmootset rõhku.

#### Praktiline töö nr. 20. Parasiitsed amööbid. Düsenteeria siseamööbi (*Entamoeba histolytica*) arengutsükkel.

*Entamoeba histolytica* elutsükkel on kujutatud joon. 42. Inimese seedetrakti satub ta tsüsti kujul. Tsüst on suurusega 7-15  $\mu\text{m}$  ja sisaldab 4 rakutuuma (diagnostiline tunnus!). Seedetraktis tsüsti kestad lahustuvad, raku jagunemine lõpeb ja tekib 4 väikest amööbi. Amööbid kasvavad (kuni 25  $\mu\text{m}$ ) ja toituvad jämesooles bakteritest; olulist kahju inimesele ei põhjusta. Sellist vormi nimetatakse *forma minuta* (väike vegetatiivne vorm). Erinevalt teistest soolestikus elavatest amööbidest on düsenteeria siseamööbil selgelt eristunud läbipaistev ektoplasma. Inimene on parasiidi kandja ja levitaja (ööpäevas tekib soolestikus 300 miljonit tsüsti). Vees säiluvad tsüstid eluvõimelistena mitmeid kuid ja taluvad ka 6 minutit kuumutamist kuni 68°C. Parasiidile eriti soodsates oludes (näiteks peremehe organismi haigusjärgsel nõrgenemisel) muutub *forma minuta* suureks vegetatiivseks vormiks (*forma magna*). Mõõtmised suurenevad (30-50  $\mu\text{m}$ ), ta hakkab eritama proteolüütilisi ensüüme (hüaluronidaas jt.), mis kahjustavad sooleepiteeli rakke. *Forma magna* rakud kinnituvad sooleseinalle, tungivad sooleseina sisekihtidesse ja põhjustavad veritsevate haavandite teket. Tunginud verekapil-

laaridesse, võivad nad migreeruda siseorganitesse (maks jt.), kus põhjustavad lokaalsete põletikukollete teket. *Forma magna* rakud toituvad erütrotsüütidest (erütrotsüütide sisaldumine tsütoplasmas, erütrofaagia, on diagnostiline tunnus!). Sattudes tagasi soolevalendikku muutuvad nad uuesti *forma minuta* rakkudeks ja võivad entsüsteeruda. *Forma magna* rakkudele on iseloomulikuks tunnuseks ka rakutuuma eriline ehitus: tuuma keskel asetseb suur tuumake (nn. karüosoom), millest radiaalselt lähtuvad heterokromatiilsed niidid.

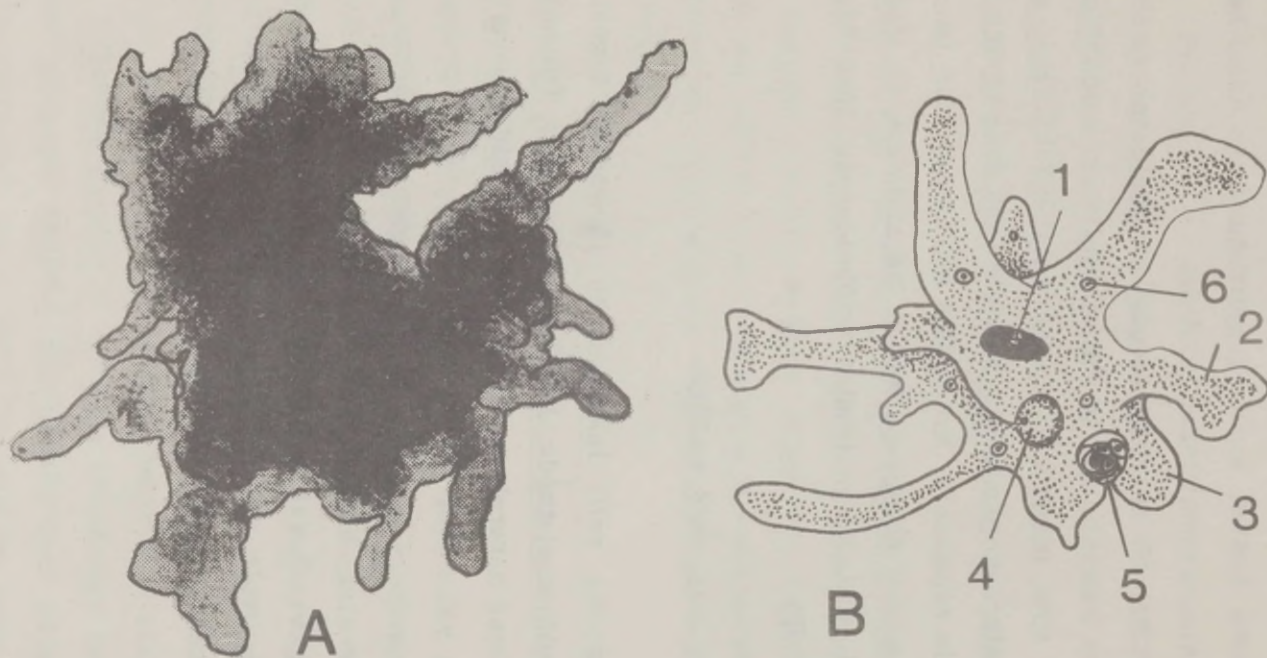
**Patogeenne tähtsus ja diagnostika:** düsenteeria siseamööb põhjustab amöbiaasi, mis avaldub jämesoole veritsevates haavandites ja raskekujulistes seedehäiretes. Ilma ravita võib suremus olla kuni 40%. Diagnostikaks on vajalik fekaalsest materjalist valmistatud äigepreparaatide mikroskopeerimine, kus akuutse vormi puhul püütakse tuvastada *forma magna* rakkude olemasolu. Kroonilist amöbiaasi võib tuvastada 4-tuumaliste tsüstide olemasolu alusel äigepreparaadis. On andmeid, et *E. histolytica* looduslikuks reservuaariks on rott. Haigestumist amöboidsesse düsenteeriasse on fikseeritud ka meie kliimavööndis.

#### **Teisi inimese organismis esinevaid amööbe:**

**Soole-siseamööb (*Entamoeba coli*)** lokaliseerub jämesoole ülaosas, toitub bakteritest, proteolüütilisi ensüüme ei tooda. Mõõtmed: 20–40 µm. Tuumake asetseb tuumas ekstsentriliselt, radiaalsed heterokromatiilsed struktuurid tuumas puuduvad. Tsütoplasma sisaldab rohkesti vakuole. Tsüstid on kas 8- või 2-tuumalised.

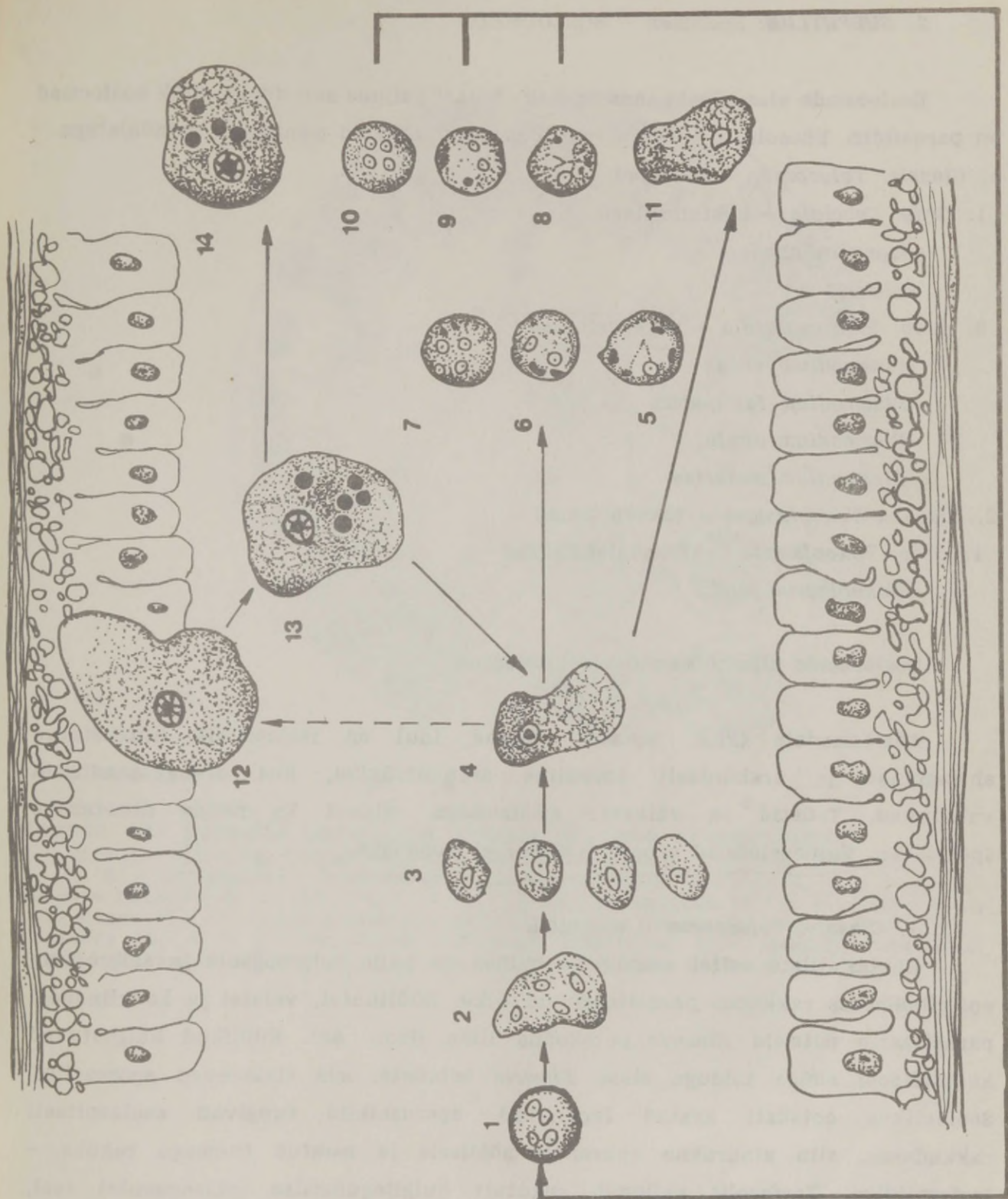
**Suuõõne-siseamööb (*Entamoeba gingivalis*)** lokaliseerub suuõõnes, hammaste karioossetes kahjustustes, igemetel, hambakatus. Vegetatiivne vorm on suurusega 10–30 µm. Tsütoplasma on tugevasti vakuoliseerunud, võib sisaldada tsütoplasmas leukotsüüte, mille tuumad värvitult võivad meenutada erütrotsüüte. Eeldatavalt toitub eeskätt bakteritest ja mikrooseentest. Patogeenne toime on selgusetu. Tsüste pole leitud.





**Joonis 41.** Tavalise amööbi (*Amoeba proteus*) mikrofoto (A) ja ehituse skeem (B).

1 - tuum; 2 - ektoplasma; 3 - endoplasma; 4 - pulseeriv vakuool; 5 - moodustuv sedevakuool; 6 - sedevakuool tsütoplasmas.



**Joonis 42.** Düsenteeria siseamööbi (*Entamoeba histolytica*) elutsükkel.

1 - kestadega tsüst; 2 - lahustunud kestadega tsüst; 3, 4 - väike vegetatiivne vorm; 5-10 - jagunevad ja entsüsteeruvad rakud; 11 - väike vegetatiivne vorm, sattudes väliskeskkonda hukub; 12 - suur vegetatiivne vorm tungimas soole seina; 13-14 - suur vegetatiivne vorm soolevalendikus (sisaldab erütrotsüüte), sattudes väliskeskkonda hukub.



## 2. SUBPHYLUM: Sporozoa - EOSLOOMAD.

Eosloomade alamhõimkonnas on kaks klassi paljude seltsidega. Kõik eosloomad on parasiidid. Käesoleva kursuse raamides tutvume vaid mõningate esindajatega.

### 1. Classis: Telosporea - eostujad.

#### 1. Ordo: Coccidia - koktsiidilised

-*Isospora hominis*

-*Eimeria* sp.

#### 2. Ordo: Haemosporidia - vereeosloomad

-*Plasmodium vivax*

-*Plasmodium falciparum*

-*Plasmodium ovale*

-*Plasmodium malariae*

### 2. Classis: Toxoplasmea - toksoplasmad

#### 1. Ordo: Toxoplasma - toksoplasmaalised

-*Toxoplasma gondii*

## Eosloomade alamhõimkonna iseloomustus.

Eosloomadele (kr.k. 'sporos'- seeme, idu) on iseloomulik lihtsustatud ehitusplaan ja erakordselt keeruline arengutsüklil, kus arengustaadiumid vahetuvad. Tsüstid on väikeste mõõtmetega, millest ka nende nimetamine spoorideks. Vereeosloomad spoorid (tsüste) ei moodusta.

### 1. Classis: Telosporea - eostujad.

Koktsiidiliste seltsi esindajate hulgas on palju selgroogsete ja selgrootute epiteelrakkudes parasiteerivaid liike. Kõhulikutel, veistel ja kodulindudel parasiteerib mitmeid *Eimeria* perekonna liike (joon. 43). Kõhulikud haigestuvad koktsidioosi süües toiduga sisse *Eimeria* ootsüste, mis sisaldavad sporozoite. Soolestikus ootsüsti kestad lagunevad, sporozooidid tungivad sooleepiteeli rakkudesse, siin ainurakne suureneb mõõtmeis ja muutub tuumaga rakuks - trofozooidiks. Trofozoit paljuneb sugutult hulgijagunemise (skisogoonia) teel, tekkinud skisontidest vabaneb hulk merozoite. Merozooidid nakatavad uusi rakke ja tsüklil kordub. Merozooidid võivad rakuks muutuda ka sugulisteks rakuvormideks (makrogametotsüüdid ja mikrogametotsüüdid). Igast makrogametotsüüdist tekib üks makrogameet. Igast mikrogametotsüüdist tekib hulk mikrogameete, mis viljastavad



**Joonis 43.** *Eimeria* perekonna koktsiidiliste arengutsükkel.

1 - sporozoiidi tungimine peremehe epiteelirakku; 2, 3 - trofozoiidi kasvamine; 4, 5, 6 - skisogoonia trofozoiidis ja merozoiitide väljumine, mis tungivad uutesse rakkudesse (1, 11, 7); 8, 9, 10 - mikrogametotsüüt (8) ja mikrogameetide tekkimine; 12, 13 - makrogameetide tekkimine; 14 - gameetide kopulatsioon; 15 - ootsüst; 16, 17 - sporoblastide tekkimine ootsüstis; 18 - spooride tekkimine (igas kaks sporozoiiti); 19 - sporozoiitide väljumine spoorist.



makrogameete. Tekkinud sügoot kattub kestaga ja muutub ootsüstiks. Ootsüsti sees tekib 2 sporozoiiti. See protsess toimub väliskeskkonnas. Koktsiidiliste areng toimub ilma peremehe vahetuseta. Ka invasioon toimub ilma siirdajata.

Inimesel esineb koktsidioose harva. Patogeense tähtsusega on *Isospora hominis*, kes parasiteerib sooleepiteeli rakkudes. Parasiiti on leitud Kesk-Aasias ja Taga-Kaukaasias.

Vere-eosloomade seltsi kuuluvad eosloomad parasiteerivad oma elutsükli teatud staadiumide kestel inimese ja teiste selgroogsete erütrotsüütides. Neile on iseloomulik peremehe vahetus. Malaaria plasmoodiumide sugutu sigimine ja gametotsüütide moodustumine toimub inimese veres, gameetide teke, kopulatsioon ja sporozoitide teke hallasääse (*Anopheles*) soolestikus. Malaariahaige verd imedes sääsk nakatub ja muutub parasiidi siirdajaks.

Malaarial on kolm põhilist vormi:

- 1) kolme päeva palavik (*tertiana*), tekitajad: *Plasmodium vivax* ja *P. ovale*;
- 2) nelja päeva palavik (*quartana*), tekitajaks *P. malariae*;
- 3) troopikapalavik (*tropica*), tekitajaks *P. falciparum*. See vorm on raskeima kuluga, palavikuhood korduvad 48 tunni tagant.

#### Praktiline töö nr. 22. Malaaria plasmoodiumi (*Plasmodium vivax*) püsipreparaat ja arengutsükkel.

Elutsükkel (joon. 44): kui nakatunud hallasääsk imab inimese verd, satuvad sääse süljenäärmetest inimese organismi sporozoidid. Eialgu satuvad nad siseorganite (maks jt.) verekapillaaride endoteelirakkudesse, kus sporozoidid suurenevad mõõtmetes ja muutuvad skisontideks. Skisogoonia teel tekib igast skisondist suur hulk (1000–5000 tk.) merozoiite. See etapp kannab nimetust koeskisogoonia e. preerütrotsütoosne skisogoonia ja on ühekordne.

Järgneb erütrotsütoosse skisogoonia etapp. Merozoidid tungivad erütrotsüütidesse ja muutuvad skisontideks. Skisondid läbivad nn. sörmus-staadiumi, seejärel amööbi-staadiumi ja jagunevad skisogoonia teel. Tekkinud merozoidid kordavad tsükli. Erinevatel liikidel tekib skisondist merozoiite erineval arvul: *P. vivax* – 22 tk., *P. malariae* – 12 tk., *P. falciparum* – 12–18 tk. Koos merozoiitidega vabaneb purunevatest erütrotsüütidest ainurakse ainevahetuse lõpp-produkte ja toksiline. Kuna plasmoodiumide arengutsükli pikkus on kas 48 või 72 tundi, tekivad haigel peripodilised palavikuhood.

Peale mitmekordset sugutu sigimise tsükli algab ettevalmistus suguliseks sigimiseks. Osa merozoiite moodustab erütrotsüütides sugulisi rakuvorme –

gametotsüüte (makro- ja mikrogametotsüüdid). Gametotsüüdid on suuremate ja tugevalt värvuvate tuumadega.

Suguline sigimine ja sporogoonia toimub hallasääse (*Anopheles*) organismis. Sääse soolestikus gametotsüüdid küpsevad. Igast mikrogametotsüüdist tekib 4-8 mikrogameeti, makrogametotsüüdist - 1 makrogameet. Gameetide ühinemisel tekib liikumisvõimeline sügoot - ookineet, mis väljub sooleseinast ja kinnitub soole välisküljele. Siin kattub ta kestaga, muutudes ootsüstiks. Ootsüst suureneb oluliselt mõõtmetes, sporogoonia (hulgijagunemine) tulemusena tekib suur hulk sporozoiide (kuni 1000 tk.), mis peale ootsüsti lõhkemist satuvad hemolümfi kaudu süljenäärmetesse.

I Prerütrotsütoosne skisogoonia:

sporozoiit → skisont → (skisogoonia) → merozoidid;

II Erütrotsütoosne skisogoonia:

merozoiit → skisont → skisont → (skisogoonia) →

(sõrmus- (amööbi-  
staadium) staadium)

↑  
→ merozoidid

↓ makrogametotsüüt (♀)  
mikrogametotsüüt (♂)

III Suguline sigimine ja sporogoonia:

A. mikrogametotsüüt → 5-6 mikrogameeti

↓  
sügoot e.  
ookineet →

↑  
B. makrogametotsüüt → 1 makrogameet

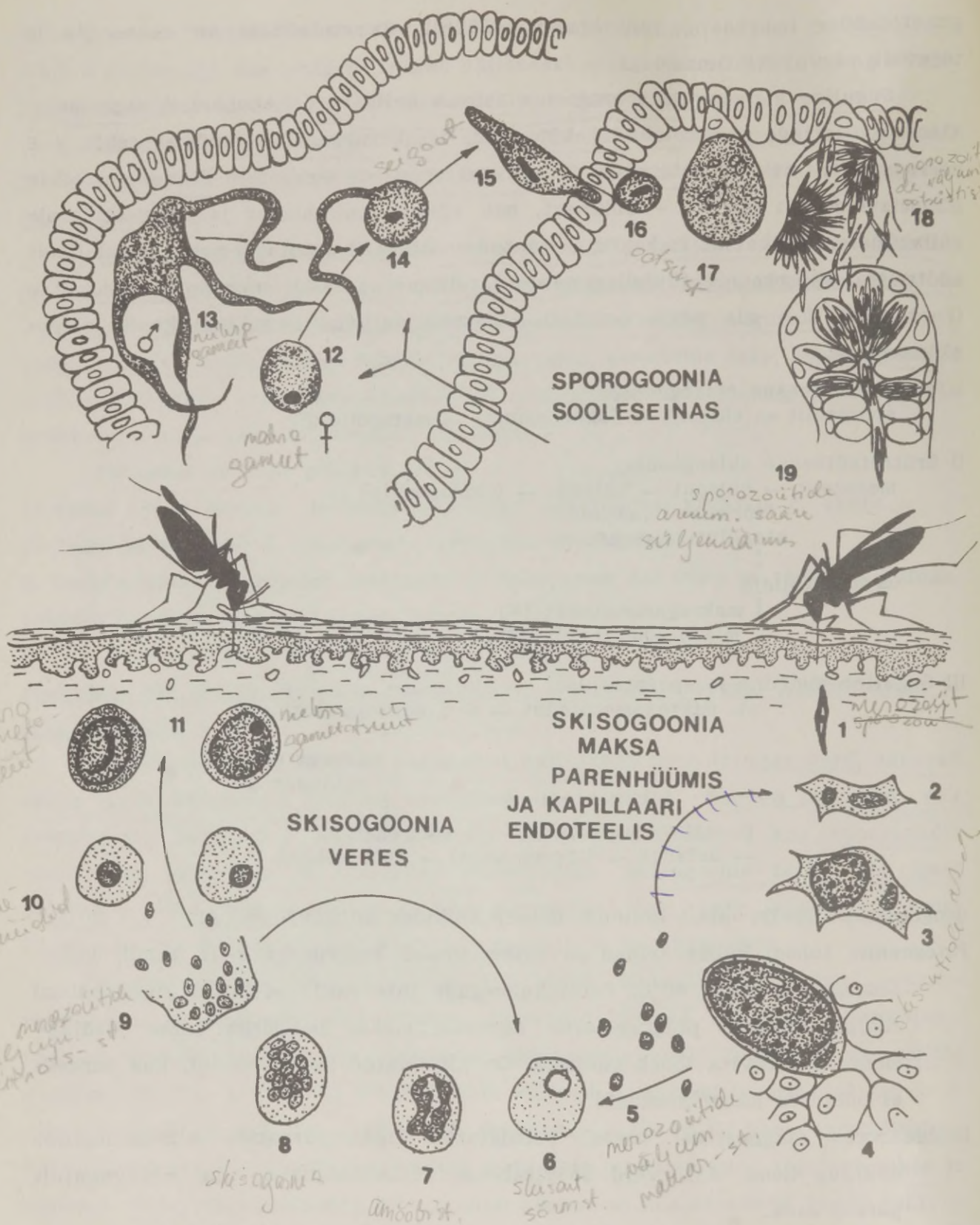
→ ootsüst → (sporogoonia) → sporozoidid.

**Geograafiline levik:** laialt levinud. Esineb kõikides kliimavöötmes.

**Patogeenne toime:** külmavärinad ja palavikuhood kestvusega 6-12 tundi, kehatemperatuur kuni 40°C. Palavikuhoogude intervallid sõltuvad plasmoodiumi liigist. Kujuneb progresseeruv aneemia, maksa ja põrna turse. Medikamentoonse ravita lõpeb surmaga. On kirjeldatud ka juhtumeid, kus parasit ei põhjusta haigushoogusid.

**Laboratoorne diagnostika:** verest valmistatud äigepreparaatide mikroskoopiline analüüs (joon. 45). Verd soovitatakse võtta haigushoo ajal või vahetult pärast seda.

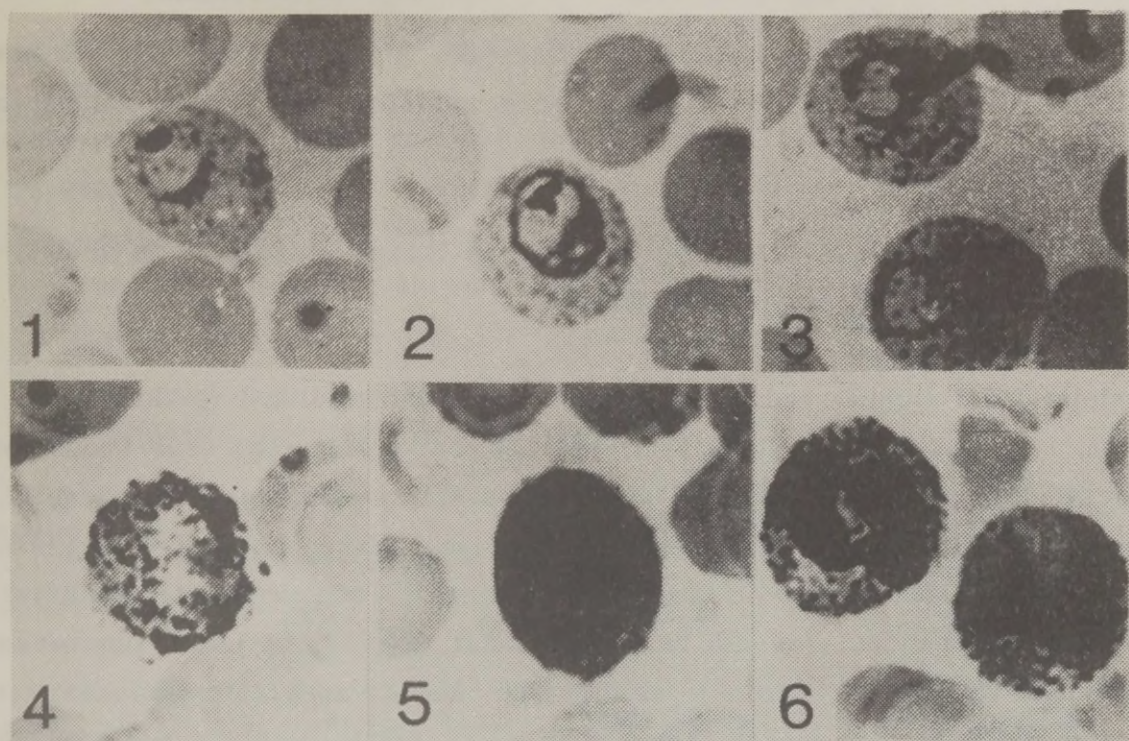




**Joonis 44. Malaaria plasmoodiumi (*Plasmodium vivax*) arengutsükkel.**

1 - sporozoiit; 2, 3, 4 - skisontide arenemine maksarakus (skisogoonia); 5 - merozoitide väljumine maksarakust; 6 - skisont sõrmusstaadiumis; 7 - skisont amööbistaadiumis; 8 - skisogoonia; 9 - merozoitide väljumine erütrotsüüdist; 10 - gametotsüüdid; 11 - makrogameetotsüüt (vasakul), mikrogameetotsüüt (paremal); 12 - makrogameet; 13 - mikrogameet; 14, 15 - sügoot e. ookineet; 16, 17 - ootsüst; 18 - sporozoiitide väljumine ootsüstist; 19 - sporozoiitide arenemine sääse süljenäärmes.





**Joonis 45. Malaaria plasmoodium. Mikrofotod püsipreparaadist.**  
 1 - sörmusstaadium; 2, 3 - amööbistaadium; 4 - skisogoonia erütrotsüüdis;  
 5 - gametotsüüt; 6 - leukotsüüdid.

*sporogoonia*  
*skisogoonia*



2. *Classis: Toxoplasma* – toksoplasmad.

Toksoplasmade klassi iseloomulikuks esindajaks on toksoplasma (*Toxoplasma gondii*), inimestel ja loomadel laialdaselt levinud parasiitne ainurakne. Põhjustab toksoplasmoosi.

**Lokalisatsioon:** inimese erinevate organite rakkudes (peaajus, südame- ja skeleti-lihastes, kopsus, emakas, lootekestades).

**Geograafiline levik:** kõikjal.

**Morfo-füsioloogiline iseloomustus:** merozoidid on poolkuukujulised (pikkus kuni 7 µm, laius kuni 4 µm) (joon. 46). Eesmises, peenemas otsas asub koonusekujuline moodustis (konoid), mille seinas on spiraalselt keerdunud fibrillid. Konoidi abil tungib parasiit peremeesorganismi rakku. Konoidist lähtuvad pikad kotitaolised organoidid – roptriumid (2–14 tk.), mis arvatakse sisaldavat ainet, mis kergendab parasiidi rakku tungimist. Roptriumite ümber asetsevad tugevasti käänduvad väädid – mikroneemid, mis arvatakse funktsionaalselt seotud olevat roptriumitega. Väljast on rakk kaetud pelliikuliga, mis koosneb kolmest kelmest. Pelliikuli all on välisskeleti fibrillid (pelliikuli karkass). Toitumiseks on pelliikulis peened avad – mikropoorid, mis täidavad tsütostoomi ülesannet. Raku tsütoplasmas on suur tuum ja raku universaalsed organoidid.

Vaheperemehe, lüüm. (14)

**Elutsükel:** parasiidi vaheperemeesteks on mitmed linnuliigid ja imetajad (närilised, küülik), ka inimene. Lõpp-peremeheks on kodukass ja teised kaslased. Vaheperemehe seedekulglasse satuvad sporozoiite sisaldavad ootsüstid. Sporozoidid tungivad sooleepiteeli rakkudesse, kus paljunevad pooldumise teel. Mitme põlvkonna järel moodustub suur hulk merozoiite, mis moodustavad ühise tsüsti.

Kui tsüst satub lõpp-peremehe organismi, tungivad <sup>merozoidid</sup> ~~sporozoidid~~ sooleepiteeli rakkudesse, ümarduvad ja muutuvad skisontideks, mis jagunevad skisogooniliselt. Tekkinud väikesed merozoidid nakatavad uusi rakke. Mõne tsükli järel tekivad osast merozoiitidest sugulised rakuvormid – mikro- ja makrogametotsüüdid. Mikrogametotsüütidest tekivad kahe viburiga spermatozoidid (mikrogameetid), mis ühinevad makrogameetidega. Sügoot kattub kahekihilise kestaga – tekib ootsüst, milles toimub sporogoonia (tekib kaks spoori, kummaski neli sporozoiiti).

Ootsüstid väljuvad organismist fekaalide, uriini, nina- neelu limaskestast

eritistega, süljega.

Imetajatel on võimalik loote nakatumine läbi platsentaarse barjääri. Toksoplasma poolt eritavate mürkide (toksiinide) toimetel võib kahjustuda loote arenemine.

Patogeenne toime: inimene nakatub koduloomadest, eeskätt kassidest. Kliinilised sümptoomid on väga varieeruvad seoses parasiidi võimaliku lokaliseerimisega erinevates organites. Kahjustuvad kesknärvisüsteem, suguelundid, lümfisõlmed, silmad. On võimalus, et parasiit ei põhjusta patoloogilisi nähtusi - mõnes inimpopulatsioonis on 30% inimestest parasiidi kandjateks.

### 3. SUBPHYLUM: Cnidospora - KÕRVEEOSLOOMAD.

Kõrveeosloomade alamhõimkonda kuulub kaks klassi, käesolevas kursuses tutvume vaid ühe klassi ühe esindajaga.

1. Cl.: Mycosporidea - lima-eosloomad
2. Cl.: Microsporides - väike-eosloomad
  1. O.: Microsporidea - väikeeosloomalised  
*Nosema bombycis*

Ainurakne põhjustab siidiusside (liblika *Bombyx mori* röövikute) hukkumist. Nakatumine toimub spooride kaudu, noored ainuraksed tungivad sooleepiteeli ja teiste kudede rakkudesse, kus nad paljunevad sugutul teel ning moodustuvad spoorid. Spoorid satuvad soolevalendikku ja väljundatakse.

### 4. SUBPHYLUM: Ciliophora - RIPSMEKANDJAD.

#### 1. Classis: Ciliata (Infusorea) - ripsloomad

Ripsloomade klassi iseloomustus.

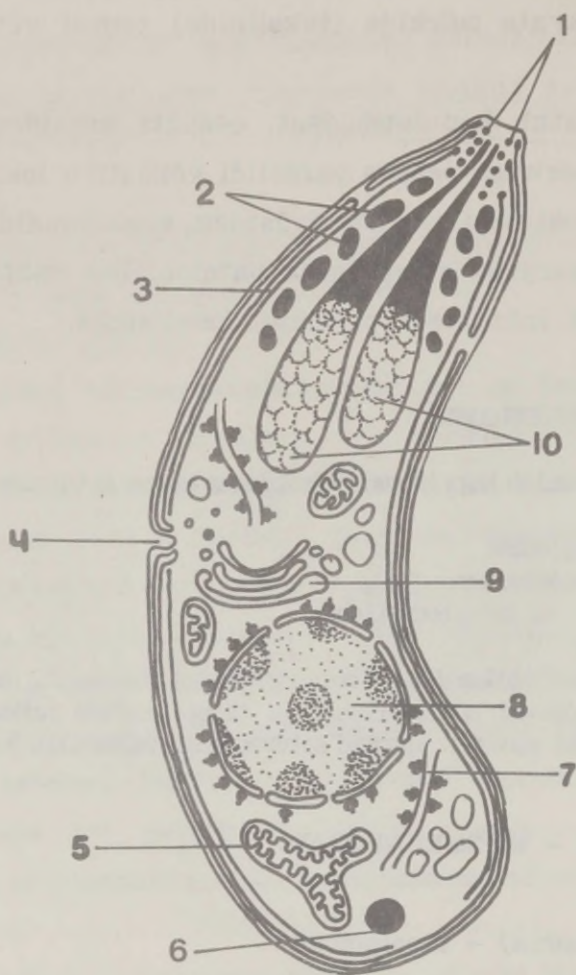
Ripsloomad (infusoorid) on suurearvuline (üle 3000 liigi) ainuraksete rühm. Nad on kõige keerulisema ehituslaadiga algloomad, kellel ilmekalt avaldub rakusisene kompartmentalisatsioon ja organellide diferentseeritus.

Iseloomulikeks liikumisorganellideks on kaš ripsmed (Id.k. 'cilium', 'cilia') või nende liitumisel tekkinud keerukamad struktuurid, näiteks tsirrused (Id.k. 'cirrus', 'cirri' = narmas). Liikumisorganellide tegevus on sünkroniseeritud - ridadena asetsevad ripsmed liiguvad erinevas faasis, mis kokkuvõttes tagab ripsmete talitluse lainetena.

Ripsloomadel on vähemalt kaks rakutuuma, kusjuures üks neist on suur - makronukleus, teised väikesed - mikronukleused.

Ripsloomade suguline sigimine on eriline - konjugatsioon.





**Joonis 46.** *Toxoplasma gondii* ehituse skeem.

1-konoid; 2-mikroneemid; 3-mikrotuubulid;  
 4-mikropoor; 5-mitokonder; 6-rasvatilk;  
 7-endoplasmaatiline retiikulum; 8-tuum;  
 9-Golgi kompleks; 10-roptriomid.

Ripsloomad elavad peamiselt magedas vees ja niiskes pinnases. Toituvad bakteritest ja vetikatest, ka teistest algloomadest. Ripsloomade hulgas on ektoparasiite (kaladel) ja endoparasiite (ka inimese siseparasiite).

Ripsloomade klassis on kaks alamklassi kokku kuue seltsiga. Mele kursuses käsitlemist leidvad liigid kuuluvad esimesse alamklassi.

*Classis: Ciliata* - ripsloomad

1. *Subclassis: Ciliata (Infusorea)* - ripsloomad

1. *O.: Holotricha* - ühtlasripsmelised

*Paramaecium caudatum* - händkingloom

*Balantidium coli* - koli pusrake (käärsoole balantiid)

2. *O.: Heterotricha* - eriripsmelised

Praktiline töö nr. 24. Parasitaarne ripsloom - koli pusrake e. käärsoolebalantiid (*Balantidium coli*). Püsipreparaat.

Lokalisatsioon: jämesool.

Geograafiline levik: kõikjal.

Morfo-füsioloogiline iseloomustus: ainuke inimesel parasiteeriv ripsloom (Joon. 47).

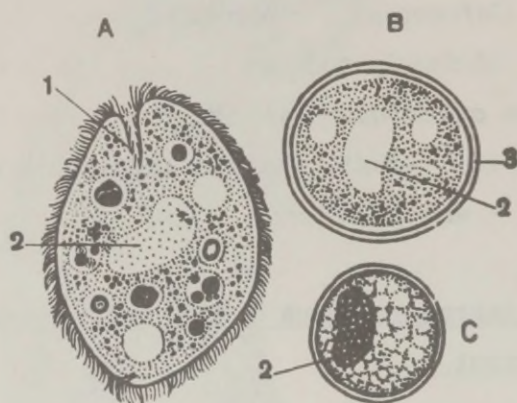
Ovaalse kujuga ainurakne, mille mõõtmed on: pikkus - kuni 200 µm, laius - kuni 70 µm. Eesmises, peenemas otsas asetseb peristoom, mis läheb üle tsütostoomiks ja pilujaks tsütofaarünksiks. Tagumises, ümaras otsas paikneb anaalpoor. Tsütoplasmas on kaks pulseerivat vakuooli. Makronukleus on oakujuline, selle nõgusal küljel paikneb väike mikronukleus. Paljuneb sugutult ja suguliselt. Tsüstid on ovaalsed või kerakujulised (läbimõõt 50-60 µm).

Elutsükel: nakatumine toimub tsüstidega. Seedekulglas kujunevad tsüstidest vegetatiivsed vormid. Parasiteerib inimese jämesooles, kus toitub seedimata toidujäänustest (eeskätt tärkliheteradest). Võib mitmeid rakupõlvkondi elada inimese seedekulglas, põhjustamata mingeid patoloogilisi muutusi. Teatud tingimustel (näiteks peremeesorganismi nakatumisel askaridoosi) kinnitub ta aga sooleseinalle ja põhjustab sügavate haavandite teket. Toitub siis erütrotsüütidest.

Soolestiku tagumistes piirkondades vegetatiivsed vormid entsüsteeruvad ja väljundatakse organismist.

Peamiseks looduslikuks reservuaariks on mets- ja kodusiga. Sea fekaalides säilitavad tsüstid eluvõime mitmeid nädalaid. Vegetatiivsed vormid elavad toatemperatuuril 2-3 päeva.





**Joonis 47.** Koli püsarake e. käärsoole balantiid (*Balantidium coli*).

A - aktiivselt liikuv vorm;

B - tsüst värvimata preparaadis;

C - tsüst värvitud preparaadis

1 - rakusuu; 2 - makronukleus; 3 - kest.

**Patogeenne toime:** veritsevad haavandid soole seinas, kõhulahtisus, veri väljaheites.

Ilma medikamentoose ravita letaalsus 30%.

**Laboratoorne diagnostika:** põhineb fekaalsest materjalist valmistatud äigepreparaatide mikroskopeerimisel.

### **Ainuraksete fülogeneesist.**

Ainuraksed on läbinud väga pika evolutsioonilise arengu. Nad on kohastunud kõige erinevamate elutingimustega ja mõned ainuraksete rühmad (näiteks ripsloomad) on saavutanud kõrge rakusisese diferentseerumise taseme. Arvatakse, et primitiivseimad oma arengutasemelt olid ürgsed viburloomad, kuivõrd siin asus ajalooline lahknemispunkt taimerliigi ja loomarliigi vahel. Kui lähtuda organismi ainevahetuse tüübist (autotroofne, miksotroofne, heterotroofne), siis miksotroofse ainevahetustüübiga ainuraksed (näiteks *Euglena viridis*) illustreerivad võimalust üleminekuks fotosünteesilt heterotroofsele toitumisele. *Mastigamoeba* taolised organismid viitavad viburloomade ja juurjalgsete sugulusele, viburite esinemine mõnede eosloomade gameetidel aga seostele ka viburloomade ja eosloomade vahel. Lõpuks, viburite ja ripsmete ühtne ehitusplaan tõendab opaalloomade ja ka ripsloomade põlvnemist viburloomadest.

Samal ajal on kaasaegsed viburloomad võrreldamatult keerukamad kaasaegsetest juurjalgsetest, mis mõnede uurijate arvates seab ülaltoodud seisukoha teatava kahtluse alla.



Küsimused:

- 1. Meditsiinilise parasitoloogia eesmärgid.
- 2. Parasiitide klassifikatsioon.
- 3. Peremeesorganismide klassifikatsioon.
4. Parasiidi toime peremeesorganismile.
5. Peremeesorganismi kaitsemehhanismid, mis käivituvad parasiidi rünnaku puhul.
6. Trüpanosoomide elutsükli vormid viburi asetuse ja unduleeriva membraani ehituse alusel.
7. Malaaria-tekijate erinevused ja patogeense toime iseärasused.
8. Millest on tingitud malaaria puhul haigushoogude regulaarsus ja millised on selle tekkepõhjused?
9. Millised malaaria levitajad elavad Eestis?
10. Millised on erinevused *Leishmania tropica* antroponoosse ja zoonoosse vormi vahel?
11. Milles seisneb *Lamblia intestinalis*'e patogeenne toime?
12. Milles seisneb *Trichomonas vaginalis*'e patogeenne toime?
13. Millistel tingimustel muutub düsenteeria amööbi *forma minuta* *forma magna*'ks?
14. Kuidas levib *Toxoplasma gondii*?
15. Milles seisneb *Toxoplasma gondii* patogeenne toime?
16. Milles seisneb *Balantidium coli* patogeenne toime?
17. Milliste ainuraksete parasiitide jaoks on inimene lõpp-peremees, milliste jaoks vahe-peremees, milliste jaoks reservuaar?

1. Parasiitidest viirustenaad inimesel?
2. Sporogoonia, epizogoonia - kellel esin, mis on?
3. Kiks on malaaria peitehaig? Erinevused, erin. tekit. peitehaig. tekitab toim. haig.
4. Kõige sagedasem haigus on isosporidiasis? Kes tekitab?
5. Amööboidus, keratiit, uutsüfaliit? Kes tekitab?
6. Kryptosporidiasis?
7. Opisthorhioos haigus.
8. Sarkotoksistoos? Kes in-l põhjust?
9. Kiks on Chagas'e haigus? Kes tekitab, kuidas levib?
10. Kiks on inim. vahel ainult amööboidse düsenteeria, kaudja?
11. Kõigelt malaaria peitehaig. preeritotiseerit } annust nitrotooksil
12. Hgpnasolidid?

## Hulkraksete organismide põlvnemisest.

Loomade evolutsioon ei jäänud ainuraksete tasemele - aromorfooside tulemusena kujunesid hulkraksed organismid. Ainuraksete organismide arenemine seejuures jätkus - tänu idloadaptatsioonidele kohanesid nad erinevatele keskkonningimustele ja on ilma oluliste muutusteta eksisteerinud juba miljoneid aastaid.

Hulkraksete tekkimine on eeldatavalt seotud orgaanilise maailma ühe olulisema aromorfoosi - lootelehtede kujunemisega. Tõenäoliselt kujunesid primitiivseimad hulkraksed viburloomade kolooniaid moodustavatest vormidest (analoogilised kaasaegsete kerasviburlastega). Kerasviburlase koloonias võib rakkudel kujuneda tööjaotus - näitena sobib suguliste rakuvormide tekkimine koloonias. Kuid ka kõige keerukam ainuraksete koloonia on ühekihiline, kõige primitiivsemad hulkraksed aga kahekihilised (käsna ja ainuõõssed).

Mitmekihilisuse teket selgitada üritavaid hüpoteese on loodud mitmeid. Saksa bioloogi E. Haeckel'i (1874) teooria, mis lähtus embrüoloogilistest andmetest, väitis, et lga organism läbib oma ontogeneesis staadiume, mis läbiti tema ürgsete esivanemate fülogeneesi käigus (biogeneetiline reegel). Tema arvates vastab sügoodi staadium ainuraksele seisundile fülogeneesis, blastula staadium - kerakujulisele kolooniale. Seejärel osas kolooniates kujunes mitmekihilisus (eeldatavalt koloonia seina sissesopistumise teel, nagu see toimub süstikkala ontogeneesis). Sellist hüpoteetilist kolooniat nimetas E. Haeckel sarnasuse tõttu gastrula staadiumiga gastreaks, kogu teooria sai aga tuntuks kui gastreateooria. Vaatamata käsitle mehhanistlikkusele oli gastrea-teoorial suur mõju bioloogilise mõtte arengule.

I. Metšnikov (1886) esitas teooria, mis arvestas mitmeid uusi võrdleva embrüoloogia, võrdleva anatoomia ja füsioloogia fakte. I. Metšnikov uuris alamate hulkraksete ontogeneesi ja näitas, et nende gastrula ei teki invaginatsiooni, vaid eeskätt immigratsiooni teel. Ta oletas, et kerasviburlase-tüüpi kolooniates osa rakke kaotas viburid ja migreerus koloonia sisse. Toidu haaramine eeldab aktiivset tegutsemist, mis viib organismi polariseerumisele: ühe piirkonna (eesmise) rakud hakkasid vastutama liikumisfunktsiooni eest, nii kujunes kinetoplast, vastaspiirkonna (tagumise) rakud spetsialiseerusid toiduosakeste haaramisele (kasutades ära liikumisel tekkivaid veekeeriseid, mis kannavad toidu kohale) - kujunes fagotsütoplast. Toidu transpordiks üle keha laiali migreerus osa fagotsütoplasti rakkudest kehaõõnde. Suuremate toiduosakeste haaramiseks kujunes eriline ava (suu). Selline hüpoteetiline organism on sarnane käsnade ja ainuõõssete vastsetega. I. Metšnikov nimetas sellise organismi algul parenhümellaks, hiljem fagotsütellaks,



kogu teooriat - **fagotsütella-teooriaks.**

## 1. **PHYLUM: Spongia (Porifera) - KÄSNAD.**

### **Hõimkonna iseloomustus.**

Kaua vaieldi selle üle, kas käsnade puhul on tegu taimede või loomadega. Käsnad (umbes 4500 liiki) on enamasti merede ja ookeanide asukad, väike arv liike elab magevees. Enamasti on nad kinnitunud substraadile.

Käsnad moodustavad loomariigis iseseisva hõimkonna omaette ülempõhikonna (*Superdivisio: Parazoa* - kõrvalhulkkraksed) raamides. Kõik teised hulkkraksed kuuluvad pärishulkkraksete ülempõhikonda (*Superdivisio: Eumetazoa*). Sellise jaotuse aluseks on käsnade ontogeneesi iseärasus - nn. lootelehtede ümberpöördumise nähtus. Kõrvalhulkkraksetel ei ole veel tõelisi kudesid ja elundeid.

Üksikorganismide liitumisel võivad moodustuda käsnade kolooniad.

Käsnade **keha** koosneb kahest kihist - ektodermist ja entodermist, mille vahele jääb sültjas tugilamell - mesoglöa e. vahehüüvend (lad.k. 'mesogloea', kr.k. 'glaia' = liim). Väline kiht - **ektoderm** koosneb lamedatest kõrvuti asetsevatest rakkudest - **pinakotsüütidest** (kr.k. 'pinakos' = taldrik). **Entodermi** koosseisu kuulub mitmesuguseid rakke, sh.: a) koanotsüüdid e. kaelusrakud (kr.k. 'choanos' = lehter) - lehtrikujulise kaelusega ühe viburiga rakud, mille ülesanne on toidu haaramine ja seedimine; b) liikumisvõimelised **amöbotsüüdid**, mille ülesanne on samuti toidu seedimine. Tegemist on seega rakusisese seedimisega, spetsialiseeritud seedesüsteem puudub. **Mesoglöa** koosseisus on samuti mitmeid rakutüüpe, näiteks a) **arheotsüüdid** e. algrakud - suured diferentseerumata amööbjad rakud, millest võib tekkida kõikvõimalikke käsna rakke; b) <sup>gametotsüüdid</sup> **sugurakud**; c) **pigmendirakud**, d) <sup>blastid</sup> **skleroblastid** ja **spongioblastid** - toese moodustavad rakud. Käsnade toese orgaaniliseks komponendiks on spongiin, anorgaaniline komponent - okis e. splikul (lad.k. 'spicula') koosneb lubja või räni kristallidest. Käsnade rakud on suurel määral iseseisvad ja täidavad kindlat funktsiooni üksteisest sõltumatult ja ühinemata koetaolisteks moodustisteks. Vaid koanotsüütide kiht moodustab midagi koetaolist (katteepiteel), kuid ka siin on rakkudevaheline seos nõrk ja ebapüsiv. Koanotsüüdid võivad kaotada viburid ja laskuda mesoglöasse, kus muutuvad amöbotsüütideks. Mõnedel käsnadel on mesoglöas leitud tähekujulisi rakke, mis ühinevad omavahel jätkete abil ja saadavad jätkeid ka ekto- ja entodermi. Selliseid rakke peetakse närvirakkudeks, mis on võimelised ärritusi edasi juhtima.

Paljud käsnad eritavad keskkonda mürgiseid ühendeid, mis surmavad

Toitum. naku-sisene.

gametotsüütidest gametidist st. sugul. paljun. sigoodist areneb rips-  
vastse (välim kiht viburirakud) 106  
sigoodu paljun - välispungamine (+tekkivad kolooniad)  
- sispungamine (+tekkivad kolooniad)  
s.o. arhe

alnurakseid saakloomi. Käsna­dest valmistatud tõmmised on antiblootilise toimega. Käsna­de mürkained põhjustavad põhisoojastel loomadel lämbumist ja erütrotsüütide hävimist. Valge hliire surmamiseks on küllaldane viia tema kõhuõõnde 0,5 ml mageveekäsna tõmmist, kusjuures surm saabub 3–6 tunni pärast. Kõigusoojased loomad (konnad, kalad) ei ole käsna­de mürkainete suhtes tundlikud. Mõningad soojades meredes elavad käsna­d võivad põhjustada inimestel nahalöövet. Mere põhja ladestunud okised võivad esile kutsuda naha kõrvetusi ja sügelemist. Mõnedes käsna­rikastes piirkondades peetakse seda kalurite kutsehaiguseks. Päriskäsna­de (*Demospongia*) spongiin sisaldab joodi, mistõttu käsna­d olid keska­jal kasutusel kilpnäärme­haiguste ravil (*Euspongia officinalis* – pesukäsna). Tänapäeval kasutatakse käsna­ni rahvameditsiinis reumatismi ravimisel (näiteks järvekäsna *Spongia lacustris*). Pesukäsna­sid on ammustest aegadest kasutatud keha pesemisel (*Euspongia officinalis*, *Hippospongia communis* – harilik hobukäsna). Lubikäsna­d on kõik merelised organismid (ka joonisel 48 kujutatud *Ascetta primordialis* on lubikäsna). Klaaskäsna­de (Cl.: *Hyalospongia*) orgaanilisest ainest vabastatud räniskelette kasutatakse ilustusena (*Euplectella aspergillum* – veenuskorv).

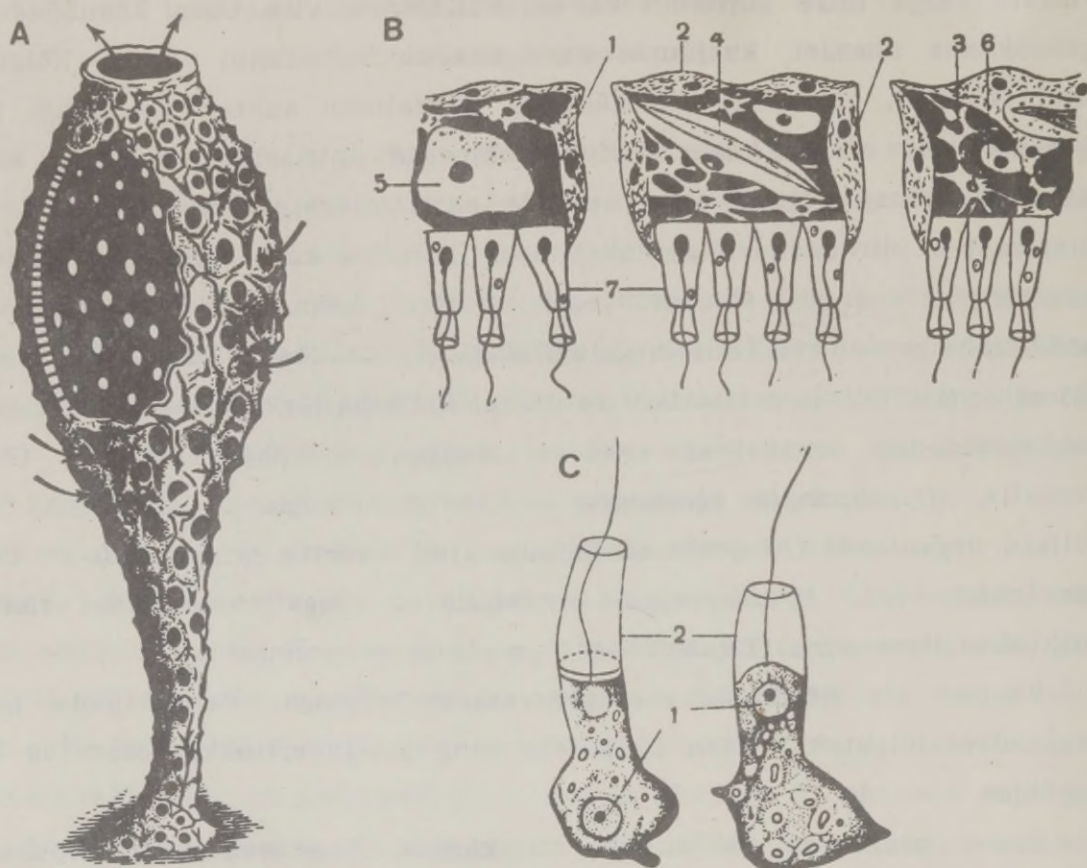
Käsna­d on hämmastava regeneratsioonivõimega. Pesukäsna­de kunstlikul kasvatamisel lõigatakse käsna tükkideks ning kultiveeritakse sobivates kohtades merepõhjas.

Suure praktilise tähtsusega on käsna­d mageveekogude isepuhastumisel kõdunevatest orgaanilistest jäätmetest, bakteritest ja planktonist (biofiltratsioon).

Käsna­d sigivad nii sugulisel ~~kui~~ kui ka sugutul teel. Sugurakud tekivad mesogloas arheotsüütidest. Valminud spermatozoidid väljuvad käsna­st ja viljastavad teiste käsna­de küpsed munarakke. Vastse­vorme on käsna­del kaks: kas ühekihiline põlekesekujuline, (ülemine pool pisikestest viburitega rakkudest, alumine pool suurtest rakkudest)– erinebane põisloode e. **amfiblastula** või kahekihiline, (suured rakud massina sees, väikesed viburitega rakud ümberringi)– parenhüümula. Käsna ripsvastsed on kuni 1 mm pikkused ja võimelised viburite abil ujuma. Peale kinnitumist substraadile toimub ainult käsna­dele omane lootelehtede kohavahetus. Vastse ektodermaalse kihi viburirakud migreeruvad rakumassi sisse, muutudes koanotsüütideks. Vastse väliskihi all asuvad entodermi rakud vastupidi, ilmuvad pinnale ja moodustavad käsna ektodermi ning mesogloa.

Sugutu sigimine toimub käsna­del välispungade (soriitide) ja sise­pungade (gemma­lite) abil. Pungad tekivad käsna­de sees arheotsüütide kogumist.





**Joonis 48. Käsna ehitus.**

A - lubikäsna *Acetta primordialis* ehituse skeem;

B - käsna seina ehitus:

1 - poorkanal; 2 - pinakotsüüt; 3 - amöbotsüüdid mesoglöas; 4 - skleroblast raku sees oleva okisega; 5 - munarakk; 6 - arheotsüüt; 7 - koanotsüüdid.

C - erinevate käsnade koanotsüüte: 1 - raku tuum; 2 - õhukeseseinaline kaelus.

## 2. PHYLUM: Coelenterata (Cnidaria) – AINUÕÕSSED.

### Hõlmkonna iseloomustus.

Ainuõõssed on pärishulkraksete seas kõige madalama organisatsiooniga loomad. Ainuõõssete keha koosneb kahest rakukihist – ektodermist ja entodermist, mille vahel on õhem või paksem rakkudeta kiht – mesoglõa e. vahehüüvend. Oma nimetuse on ainuõõssed saanud sellest, et neil on ainult üks õõs, mida nimetatakse **gastraalõõneks**. Kõik ainuõõssed on veeloomad ja elutsevad eeskätt meredes. Nende keha on radiaalsümmeetrilise ehitusega. Ainuõõssed võivad eksisteerida üksikorganismidena või moodustada kolooniaid. Loomade üksikesindajad esinevad kas polüübi või meduusina. **Polüübid** on vähelikkuvad või kinnitunud loomad, kes sageli moodustavad kolooniaid. **Meduusid** on ujuvad üksikorganimid.

Ainuõõsseid on umbes 9000 liiki. Mõõtmelt on nad väga erinevad – alates mõne millimeetri pikkustest (hüdralaadsed) kuni hiiglaslike meriseenteni *Cyanea arctica*, kelle kombitsad on kuni 30 m pikad.

Ainuõõssete hõlmkonnas on kolm klassi:

1. Cl.: *Hydrozoa* – hüdraloomad
2. Cl.: *Scyphozoa* – karikloomad
3. Cl.: *Anthozoa* – õisloomad

**Hüdraloomade** esindajaks on *Hydra vulgaris* – harilik hüdra (Joon. 49). Hüdrapolüüpide keha on silindrilise kujuga. Talla abil kinnitub polüüp merepõhja, veetaimede, ilmuste kodade jne. külge. Koloniaalsetel vormidel ühendab tald polüüpi kolooniaga. Polüübi keha eesotsas asetseb kombitsatest ümbritsetud suuava. Polüübi siseehitus on väga lihtne – tal on kahekihilise koti kuju. Väljast on polüüp kaetud ektodermi rakkude kihiga, gastraalõõs on üleni vooderdatud entodermiga.

**Ektoderm** on moodustunud **epiteel-lihasrakkudest**, mis on mitmetahulise prisma kujulised ja asetsevad üksteise kõrval. Raku sisetipul on pikk jätke, mille üks haru suundub polüübi kehas ülespoole ja teine allapoole. Jätke sees asetseb peenike lihaskiud. Sellised kokkutõmbuvad jätked lähtuvad ka **entodermi** rakkudest, kusjuures jätked on risti ektodermi rakkude jätketega. Nii saab võimalikuks kombitsate pikenemine ja lühenemine. Epiteel-lihasrakkude vahel asuvad **kõrverakud**, mis talitlevad kallaletungi- ja kaitsestruktuuridena. Ektodermis paiknevad hajusalt erillised **närvirakud**, mis on omavahel ühenduses peenikeste jätketega, moodustades nii võrkja närvisüsteemi. Närvirakkude võrk on tihedam kombitsate tippudel ja suuava ümber. Ektodermis kujunevad **sugurakud**, mis on



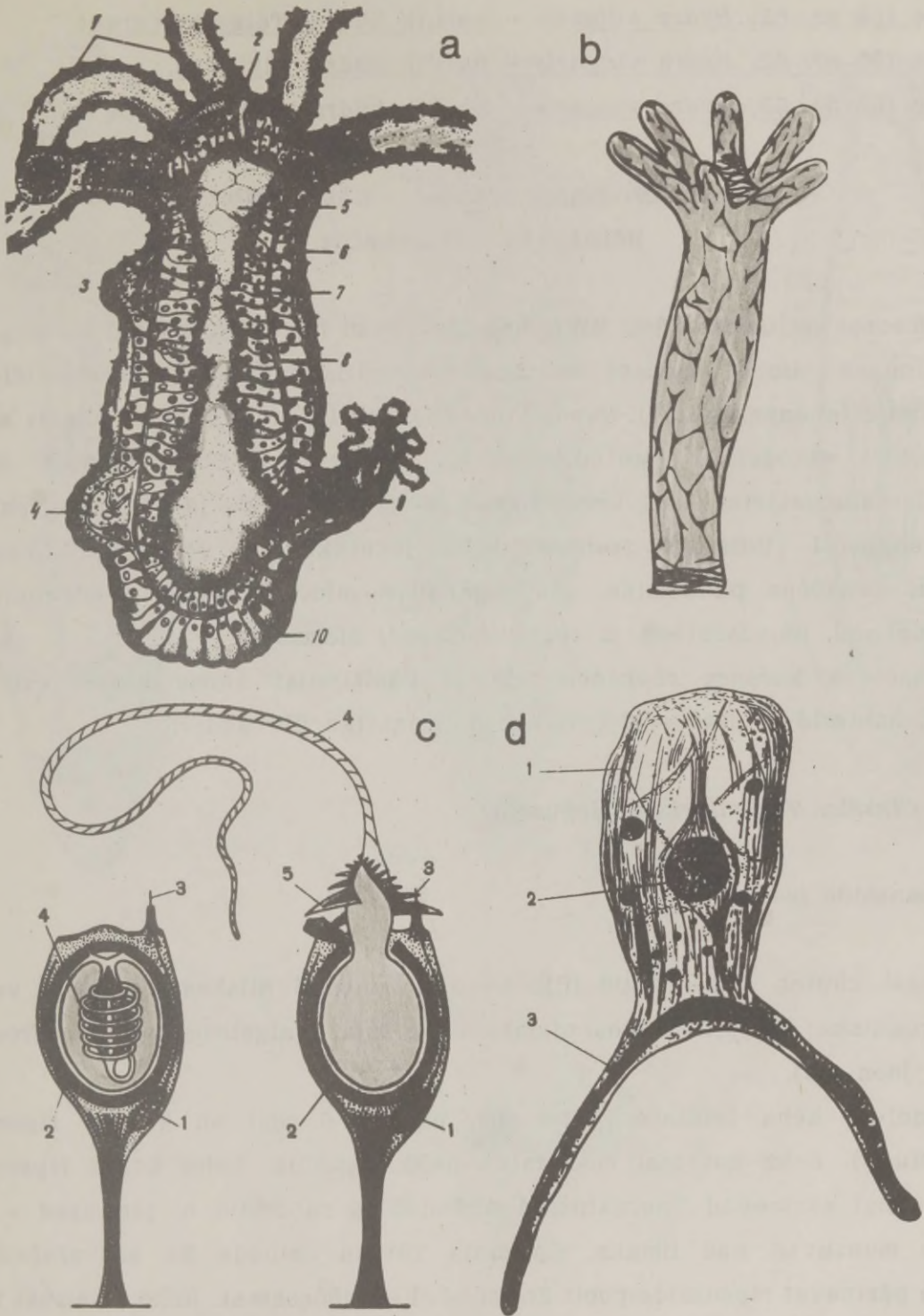
tavaliselt koondunud keha taga- või keskossa, moodustades gonaadi e. sugunäärme. Ektodermis asetsevad ka erilised diferentseerumata rakud, millest võivad areneda kõikvõimalikud hüdra rakutüübid.

Entoderm koosneb näärmerakkudest ja epiteel-lihasrakkudest. Näärmerakud toodavad ja eritavad proteolüütilisi ensüüme, mille abil gastraalõõnde sattunud saakloomad lagundatakse. Rakkudel on 2-5 peenikest viburit, mis oma pideva liikumisega segavad gastraalõõne sisu. Epiteel-lihasrakud haaravad toiduosakesi pseudopoodidega, edasine seedimine toimub rakusiseselt.

Mõnevõrra keerulisema ehitusega on hüdraloomade teine põhivorm - hüdromeduus. Väliselt on ta läbipaistva ketta- või kellukese kujuline. Keha (kummiku) sisekülje keskelt ripub alla kõik e. manuubrium, mis lõpeb suuavaga. Suu viib makku, millest lähtub neli radiaalkanalit, mis omakorda suubuvad ringkanalisse. Nii moodustub gastro-vaskulaarsüsteem e. soole-ringesüsteem. Kummiku serval paiknevad kombitsad, mis on tihedalt täis kõrverakke ja meeleeelundeid. Meeleeelunditeks on statotsüstid (tasakaaluelundid) ja silmad. Närvisüsteem kujutab endast kahte närvirõngast, millest välimine (sensoorne) kulgeb kombitsate aluste läheduses, sisemine (mootorne) närvirõngas asub purje põhimikus, kus ta innerveerib ringlihaskiude. Meduuside mesoglöa on veerikas, mis muudab loomad raskesti märgatavateks. Vaikses ookeanis (Jaapani meres ja Kurili saarte ümbruses) elutseb meduus <sup>(karikloom)</sup> *Gonionemus vertens* (15-25 cm), mille kõrvetus võib inimesel põhjustada eluohtliku mürgistuse.

Karikloomade klassi esindajatel on samuti selgelt eristatavad polüübi ja meduusi staadiumid. Polüübid on väga väikesed (mõne mm suurused). Karikmeduusid (sküfomeduusid) on väliselt väga sarnased hüdromeduusidega, kuid tunduvalt suuremad. Üheks tavalisemaks ja laiemalt levinud liigiks on meririst e. millimallikas (*Aurelia aurita*), kes elab kõigis paras- ja troopikavöötmereades, muuhulgas ka Läänemeres.

Korallide e. õisloomade klassi alamklassi *Octacorallia* - kaheksikkorallid kuuluvad kolooniad moodustavad polüübid, kellele on iseloomulik tugeva skeleti olemasolu. Punasest vääriskorallist (*Corallium rubrum*) valmistatakse ehteid. Teise alamklassi - *Hexacorallia* - kuuskorallide suured üksikesindajad meenutavad lilli. Atlandi ookeanis levib ulatusliku areaaliga hobumeriirroos (*Actinia equina*).



**Joonis 49. Hüdropolüübi *Hydra vulgaris* - hariliku hüdra ehituse skeemid:**

a - läbilõige: 1 - kombitsad; 2 - suuava; 3 - kujunev pung; 4 - gonaad; 5 - gastraalõõs; 6 - ektoderm; 7 - mesogloa; 8 - entoderm; 9 - tütarorganism; 10 - tald.

b - hüdropolüübi vörkja närvisüsteemi ehitus.

c - kõrverakud (vasakul puhkeseisundis, paremal väljapaiskunud kõrveniidiga):

1 - tuum; 2 - kõrvekapsel; 3 - tundekarvake (kõrvetiripse e. knidotsiil); 4 - kõrveniit; 5 - ogad.

d - epiteel-lihasrakk: 1 - raku epiteeliline piirkond; 2 - tuum; 3 - lihaskiud.



Praktiline töö nr. 51. *Hydra vulgaris* - harilik hüdra. Totaalpreparaat.

Praktiline töö nr. 52. *Hydra vulgaris* - harilik hüdra. Pikilõige.

Praktiline töö nr. 53. *Hydra vulgaris* - harilik hüdra. Ristlõige.

### 3. PHYLUM: *Plathelminthes* - LAMEUSSID.

#### Hõimkonna iseloomustus.

Lameusse on umbes 7300 liiki. Nad elutsevad nii merevees kui ka magevees, samuti pinnases. Hulk lameusse on tüüpilised välisnugilised (ektoparasiidid) või siseparasiidid (endoparasiidid). Nende keha koed ja elundid arenevad kõigist kolmest lootelehest - ektodermist, entodermist ja mesodermist. Ehitusplaanilt on nad bilateraalse sümmeetriaga ehk kahekülgsed (neil on selgmine ja kõhtmine, parem ja vasak kehapool). Ühisteks iseloomulikeks joonteks on veel: nahklihasmõigu olemasolu; kehaõõne puudumine; rea organsüsteemide (lihastik, seedeelundkond, erituselundkond, närvisüsteem ja suguelundkond) olemasolu.

Käesoleva kursuse raamides leiavad käsitlemist kolme klassi esindajad: ripsussid, imiussid ja paelussid (vt. ka süstemaatika ülevaade).

#### 1. *Classis: Turbellaria* - ripsussid.

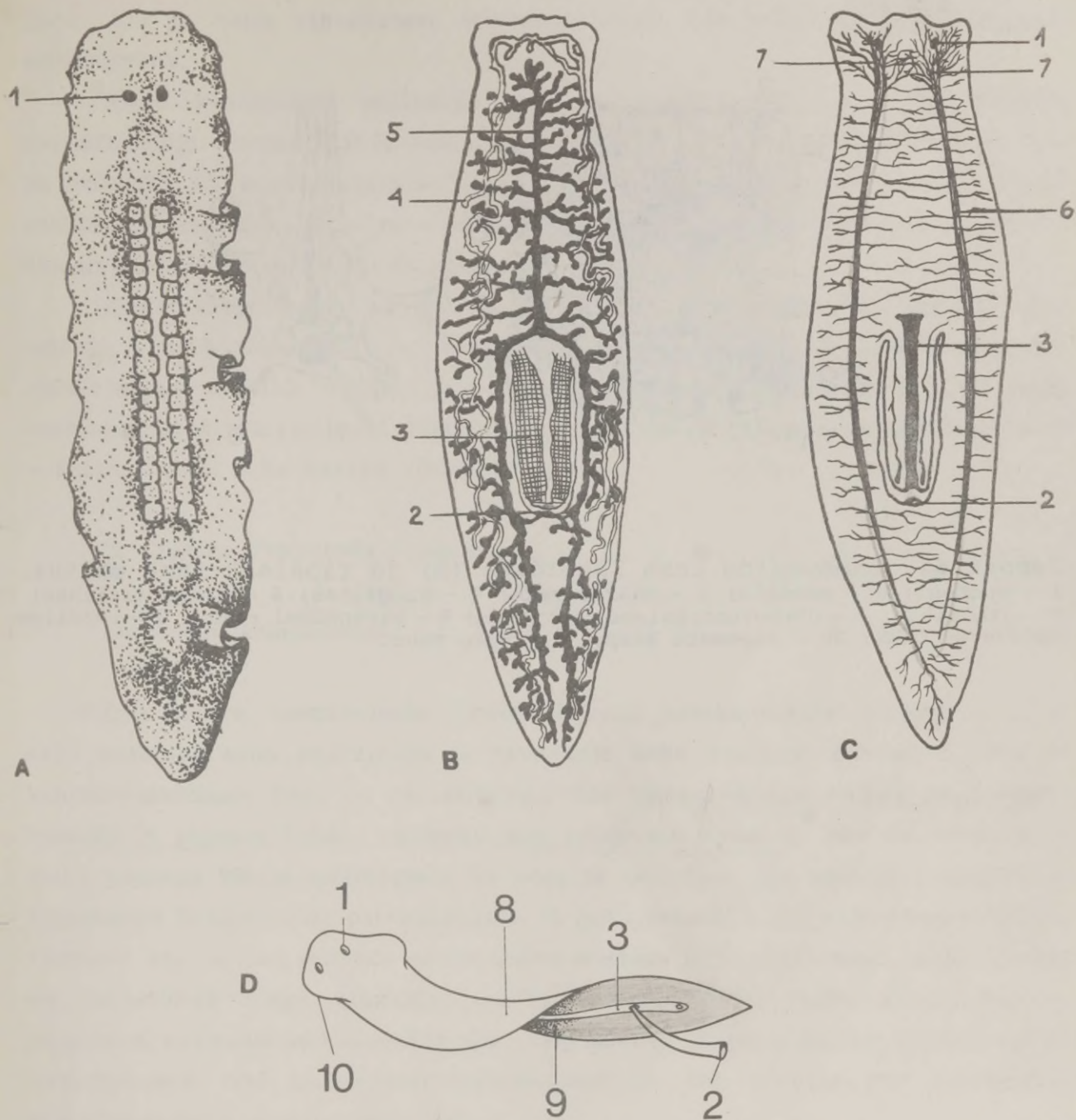
##### Ripsusside iseloomustus.

Klassi kuulub umbes 1500 liiki vees (harvemini niiskes pinnases) vabalt-elavad organisme. Tüüpiliseks esindajaks on plimjas valgelamelane (*Dendrocoelum lacteum*) (joon. 50).

Lamelase keha (pikkus 15-26 mm, paksus 6 mm) on kaetud ripsmetega (liikumiselund). Keha katetest moodustub nahklihasmõik. Keha katva ripsepiteeli rakkude vahel asetsevad üherakulised näärmed ja rabdiidid e. pinnused - välja paiskudes muutuvad nad limaks. Epiteelis võivad esineda ka kõrverakud, mis arvatakse pärinevat ripsusside poolt ära söödud ainuõssetest. Keha sisemust täidab parenhüüm e. tülbkude, milles asetsevad siseelundid.

Suu asetseb kõhtmisel küljel umbes tagumise kolmandiku kohal. Järgneb neel ja umbne kolmeharune hargnev sooltoru (üks haru ette, kaks tahapoole). Neel ja sool on väljasopistuvad.

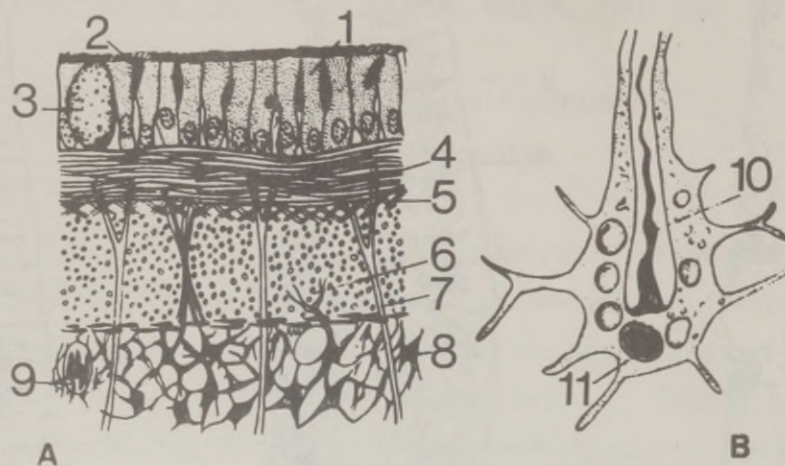
Tahked toidujäänused väljundatakse suu kaudu, vedelad eritusproduktid aga erilise erituselundkonna kaudu, mis koosneb umbtoruneerust e. protonefriidist.



**Joonis 50.** Piimja valgelamelase (*Dendrocoelum lacteum*) välisehitus (A, D) ja siseelundid (B, C).

1 - silmad, 2 - suuava; 3 - neel; 4 - protonefriidid; 5 - sooltoru; 6 - vasak närvitüvi; 7 - peatänk; 8 - selg; 9 - köht; 10 - kompimisretseptorid.





**Joonis 51.** Lameusside keha läbilõige (A) ja ripsleek-raku ehitus.  
 1 - epiteel; 2 - rabdiid; 3 - näärme rakk; 4 - ringlihas; 5 - diagonaallihase;  
 6 - pikilihas; 7 - dorsoventraalsed lihaskiud; 8 - parenhüümi rakud; 9 - rabdiide  
 moodustav rakk; 10 - ripsmete kimp; 11 - raku tuum.

Protonefriid koosneb parenhüümi rakkude vahel asetsevatest ripsleek-rakkudest (joon. 51) ja neist lähtuvatest erituskanalistest, mis avanevad keha tagaosas eritusurvena.

Kõige keerulisema ehitusega on suguelundkond. Ripsussid on reeglina hermafrodiidid – organismis esinevad üheaegselt nii isas- kui emassuguelundid. Neil on võimalik ka sugutu sigimine (keha mitmekordne pooldumine või lagunemine tükkideks – enesekõndistumine e. autotoomia). Väga tugev on ripsusside regeneratsioonivõime (somaatiline embrüogenees).

Meeleelunditeks on suhteliselt primitiivsed fotoretseptorid (silmad) keha esiosas, tasakaaluelundid – statotsüstid, haistelohukesed „pea“ külgedel. Närvisüsteem kujutab endast kahte pikinärvitüve, mis lähtuvad kahest keha eesotsas olevast närvisõlmest. Pikinärvitüved on omavahel ühenduses ristikiududega – kujuneb kogu keha haarav süsteem.

## 2. *Classis: Trematoda* – imiussid.

### Imiusside iseloomustus.

Imiusside e. trematoodide nimetus tuleneb kreeka keelest ('trema' = pilu). Keha eesotsas asub suuiminapp ja tavaliselt keha keskosas kõhtmisel küljel – kõhtmine iminapp. Tegu on parasiitidega, kes täiskasvanuna elavad selgroogsete loomade ja inimese kehas, vastsenäga aga valdavalt limustes. Nad on kohastunud eluks peaaegu kõigis selgroogsete kudedes ja elundites. Iga ussiliik seejuures on kohastunud konkreetsele peremeesliigile ja peab rangelt kinni paiknemiskohtadest. Enamasti elavad nad loomade seedekulglas, maksas ja kõhunäärmes; mõned rühmad on kohastunud eluga hingamiselundis, erituselundis, veresoontes, silmades, ninaõõnes, nahaalustes kudedes ja ajus. Tekitavad haigused kannavad üldnimetust trematodoosid. Igal konkreetisel trematodoosil on oma nimetus, mis tuletatakse parasiidi ladinakeelsest nimetusest.

Imiusside keha on lame, lehekujuline, läbipaistmatu. Kudedes asuvate isendite keha võib muutuda ümaraks või piklikuks. Pikkus on harva üle 1 cm. Keha on kaetud kutlikuliga e. koorkestaga – tiheda kelmega, mis koos subkutikulaarsete (ripsepiteeli) rakkude ja silelihasrakkudega moodustab **nahklihasmõigu**. (Viimastel andmetel on ka kutlikul rakulise ehitusega). Silelihaskiudusid on kolm kihti: ring-, piki- ja diagonaallihased. Nahklihasmõigu all paiknevad siseelundid, mille vahed on täidetud parenhüümiga – hõreda sidekoerakkude massiga. Siseelundkond (seede-,



eritus- ja närvisüsteem) on lihtsustunud, suguelundkond aga väga keerulise ehitusega.

**Seedeelundkond** (joon. 52) algab suuavaga keha eesotsas, suuiminapa põhjas. Suuava viib neelu, mis läheb üle söögitoruks. Viimane jaguneb kaheks umbselt lõppevaks sooletüveks. Toidujäänused eemaldatakse suu kaudu.

**Erituselundkond** koosneb kahest piki keha kulgevast kanalist. Kummassegi kanalisse suubub hulk külgkanalikesi, mis lähtuvad ripsleek-rakkudeks (proto-nefriidne eritussüsteem). Pikikanalid suubuvad põide, mis avaneb keha tagaotsas eritusurbena.

**Närvisüsteem** koosneb keha eesosas neelu kõrval paiknevatest närvitänkudest, millest lähtuvad kaks närvitüve.

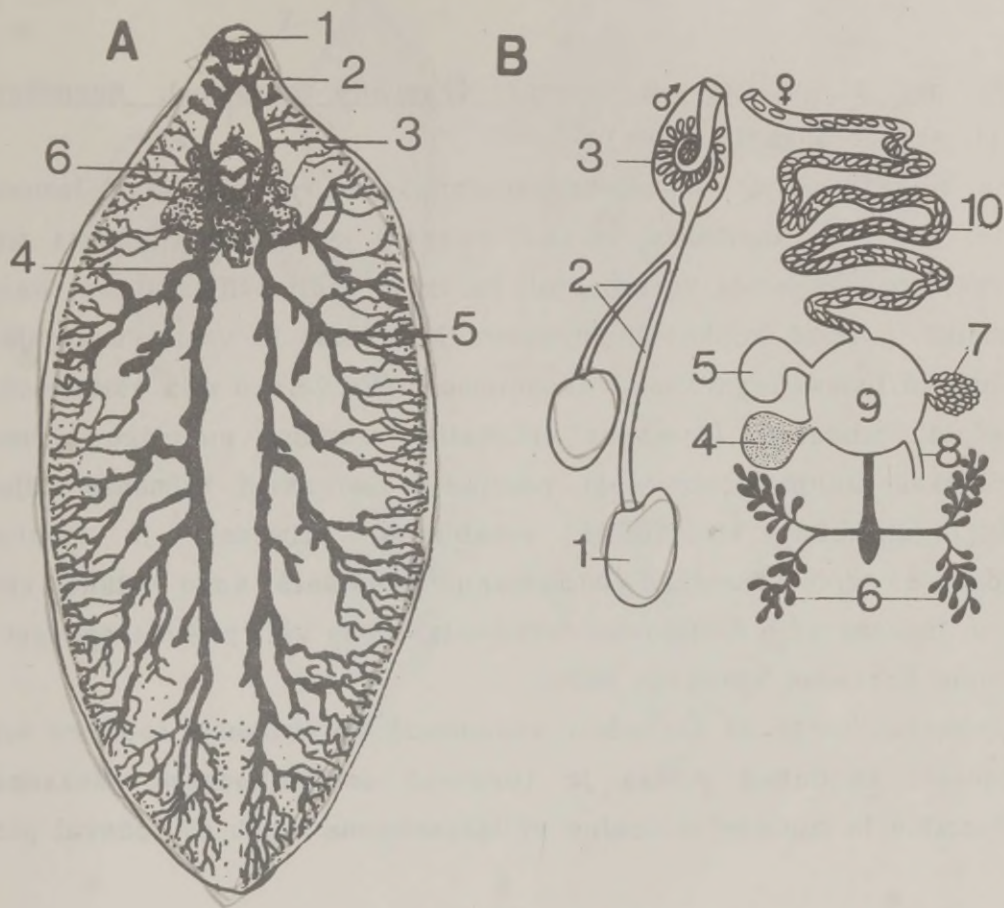
**Suguelundkond** (joon. 52) hõlmab suurema osa kehast. Isassuguelundkond koosneb kahest seemnesarjast. Neist väljuvad raiajuhad suubuvad ühisesse seemnejuhasse, mille lõpposas (sugutuspaunas) asub tsirrus e. väädikisuguti. Sugutuspaunas asuvad ka eesnäärmed ja seemnepõieke. Isassuguava asub kõhtmisel küljel kõhtmise iminapa ees. Emassuguelundkond koosneb munasarjast, munajuhast, ootüübist e. munatekitist, emakast, rebusarjadest, koorenäärdest ning seemnehoidlast.

Ootüübis toimub munarakkude viljastumine ja munade kujunemine. Mikrokoopiliste munade koor on mitmekihiline, ühel poolusel asub kaaneke. Emakas lõpeb kõhtmise iminapa ees asuva emassuguavaga.

**Arenemine** (joon. 53) toimub põlvkondade vaheldumise ja peremeeste vahetusega. Vaheperemehe võib olla mitu. Emaesteks vaheperemeesteks on limused, teisesteks võivad olla limused, rõngussid, vähid, putukad, kalad, kahepaiksed. Lõpp-peremehe organismis muutub parasiit suguküpsaks.

Põlvkondade vaheldus seisneb selles, et paljunemisvõimelised (partenogeneetiliselt) on ka vastsed. See suurendab paljukordselt parasiidi viljakust, viimane omakorda peremeeste nakatumise võimalust.

Valminud munad satuvad väliskeskkonda (vesi, muld), kus areneb esimese järgu vastne - **miratsiit** e. ripslane. Edasine areng saab toimuda vaid limuste organismis, kus miratsiit muutub **sporotsüstiks** e. kotlaseks. Sporotsüstis arenevad järgmise staadiumi vastsed - **reedid** e. soollased (itaalia bioloog F. Redi auks). Reediate sees tekivad kolmanda staadiumi vastsed - **tserkaarid** e. händlased (kr.k. 'kerkos' = saba). Need on kohastunud tungimiseks peremehe kehasse (ogad, näärmed, mis eritavad kudesid lagundavaid aineid). Tserkaarid väljuvad vaheperemehest ja on ujumisvõimelised. Nad võivad kinnituda ka veetaimedele - siis



**Joonis 52.** Maksa-kakssuulase (*Fasciola hepatica*) ehituse skeemid.

A - seedeelundkond:

1 - suu-iminapp ja suuava; 2 - neel; 3 - söögitoru; 4 - sooltoru; 5 - sooltoru külgharud; 6 - kõhtmine iminapp (tagaiminapp).

B - suguelundkond:

1 - raig e. seemnesari; 2 - raiajuhad, mis ühinevad seemnejuhaks; 3 - sugutuspauun suguti e. tsirruse, eesnäärme ja seemnepõiekesega; 4 - munasari munajuhaga; 5 - seemnehoidla; 6 - rebusari rebujuhaga; 7 - koorenäär (Mehlise keha); 8 - Laureri kanal; 9 - ootüüp e. munatekiti; 10 - emakas munadega.



kaob saba ja keha kattub kestaga – tekib **metatserkaar** (adoleskaar) e. taga-händlane, ümmistunud händlane. Sellised vastsed satuvad peremehe organismi toidu ja veega.

**Praktiline töö nr. 54. Maksa-kakssuulane (*Fasciola hepatica*). Sugusüsteem (püsipreparaat). Arengutsükkel (skeem).**

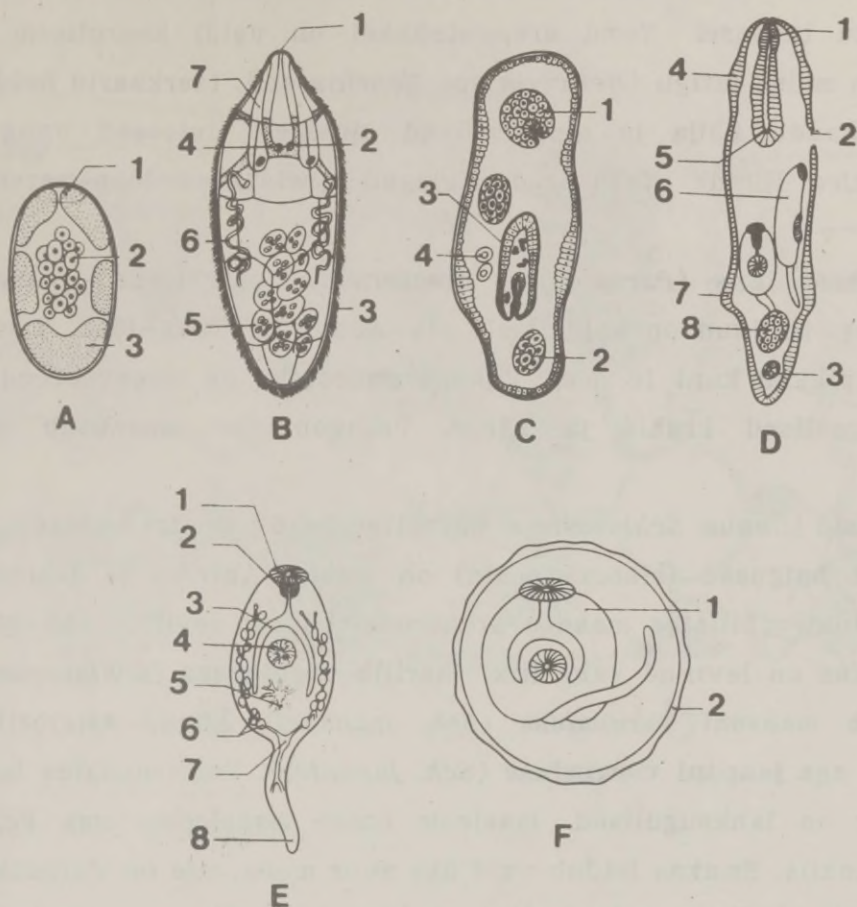
**Tavaline maksakaan** e. maksa-kakssuulane elab suguküpsena lammaste, kitsede, veiste, pühvlite, kaamelite, sigade, hobuste ja mõnede näriliste maksa sapikäikudes. Võib parasiteerida ka inimesel. Parasiidi poolt põhjustatavat haigust nim. fastsioloosiks. Loomad hukkuvad süveneva kurnatuse ja vesitõve tagajärjel. Miratsiidid tungivad limuse organismi. Vaheperemeesteks võivad olla väike-sootigu (*Galba truncatula*), mudatigu (*Lymnaea stagnalis*), munajas punntigu (*Lymnaea ovata*) jt. Teo maksas kujuneb sporotsüst, reediad ja tserkaarid. Viimased väljuvad vaheperemehe organismist, kinnituvad veealustele taimedele ja muutuvad metatserkaarideks e. adoleskaarideks (ümmistunud händlane). Kogu tsükkel vältab umbes 30 päeva. Inimene võib fastsioloosi nakatuda, juues vett pisiveekogudest või närvides soostunud kohtades kasvavat rohtu.

Lõpp-peremehes tungivad kestadest vabanenud adoleskaarid sooltoru seina, sealt vereringesse, kanduvad maksa ja tungivad sapikäikudesse. Maksakaani suguküpseks saamine ja munade eritamine väliskeskkonda algab 67. päeval pärast nakatumist.

Valmiku kehapikkus on kuni 30 mm, laius 8–13 mm.

**Telsed meditsiinilist tähtsust omavad imiussid.**

**Kassi-tagaraiglane** e. siberi tagaraiglane (*Opisthorchis felinus*) esineb peale Siberi ka mujal, sh. Balti riikides. Tema esinemiskolded paiknevad jõgede ja järvede kallastel. Peremeesteks on kass, rebane, koer, inimene. Vaheperemehed on lombi-keeritstigu (*Bithynia leachi*), kelles kujunevad tserkaarid, kes tungivad lisapere-meestesse – mitmetesse karpkalalistesse (latikas, särg, linask, teib jt.). Toore kala söömisel satuvad metatserkaarid lõpp-peremehe organismi. Opistorhoosi all kannatavad inimesed kaebavad valu südame ja parempoolses roietealuses piirkonnas. Täheldatakse iiveldust, sagedast oksendamist, rikkalikku süljeeritust. Maks suureneb ja muutub komplemisel valuliseks. Mõnikord esineb kollatõbi. Parasiit võib elada inimeses üle 10 aasta. Lokaliseeruvad nad sapipõies ja kõhunäärme juhas.



**Joonis 53. Maksa-kakssuulase arengujärgud.**

A - arenev muna:

1 - kaaneke; 2 - embrüo; 3 - reburakk.

B - miratsiid:

1 - suu-iminapp; 2 - silm; 3 - ripsmed; 4 - närvitänt; 5 - lootepõieke;  
6 - ripsleek-rakk; 7 - nääre.

C - sporotsüst:

1 - noor reedia; 2 - lootepõieke; 3 - valminud reedia; 4 - looterakk.

D - reedia:

1 - neel; 2 - väljundusava; 3 - lootepõieke; 4 - krae; 5 - sool; 6 - tserkaar;  
7 - tagumine vall; 8 - arenev tserkaar.

E - tserkaar:

1 - suu-iminapp; 2 - neel; 3 - sool; 4 - kõhtmine iminapp; 5 - suguelundkond;  
6 - tsüstogeensed rakud; 7 - eritussüsteemi põieke, 8 - saba.

F - metatserkaar (adoleskaar):

1 - tserkaar; 2 - tsüsti kest.



**Välke-ebamaksakaan e. süstik-kakssuulane** (*Dicrocoelium lanceatum*) on kuni 10 mm pikk ja 2,5 mm lai. Parasiteerib peamiselt rohusööjatel kodu- ja metsloomadel. Harva esineb ka inimesel. Tema arengutsükkel on veidi keerulisem - esmane vaheperemees on maismaatigu (*Helicella sp.*, *Zebrina sp.*), tserkaarid heidetakse teo hingamisavade kaudu välja ja neid söövad sipelgad (teisesed vaheperemehed, perekonna *Formica* liigid). Nakatatud sipelgad neelatakse lõpp-peremehe poolt toiduga alla.

**Kopsu-kakssuulane** (*Paragonimus westermani*) parasiteerib veiste, sea ja inimese kopsudes. Levinud on koldeliselt Ida-Aasias ja Kaug-Idas. Tema keha on munaja kujuga (pikkus kuni 16 mm). Vaheperemeesteks on mageveeteod, lisapere-meesteks mageveelised krabid ja vähid. Paragonimoos meenutab oma kulult tuberkuloosi.

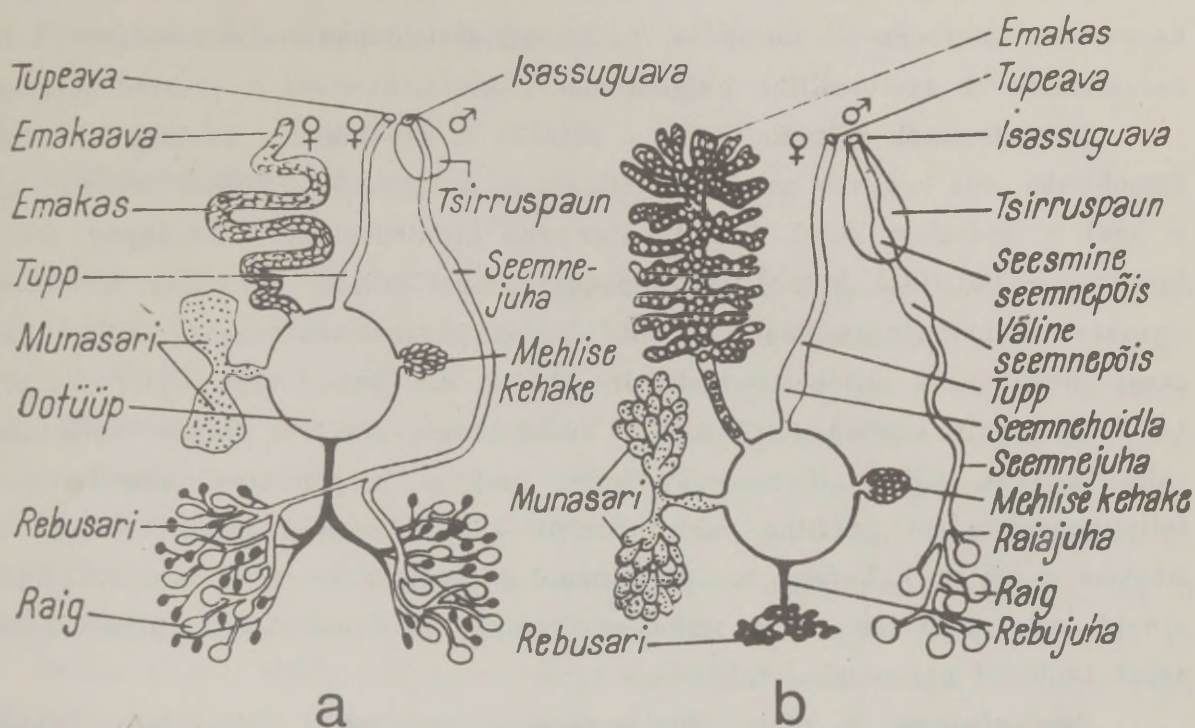
**Vereimiussid** (*Genus: Schistosoma*) parasiteerivad paljudel loomadel ja inimesel veres. Vastavad haigused (šistosomoosid) on Aasia, Aafrika ja Lõuna-Ameerika troopilistes ja subtroopilistes maades erakordselt laialt levinud (80-90% elanikkonnast). Aafrikas on levinud kaks liiki: **harilik vereimiuss** (*Schistosoma haematobium*) ja **masoni vereimiuss** (*Sch. mansoni*). Lõuna-Ameerikas esineb viimane, Aasias aga **jaapani vereimiuss** (*Sch. japonica*). Vereimiusside iseärasuseks on see, et nad on lahsugulised. Isasloom hoiab emaslooma oma keha erilises günekofiilses kanalis. Emakas leidub vaid üks suur muna, mis on varustatud terava ogaga. Parasiteerib rindkere ja kusepõie veenides. Kusepõie, neerude ja kusejuhade haigestumisel tekivad põlekiivid, haavandid. Tavaliselt tungivad tserkaarid inimese organismi end läbi jalgade või käte naha puurides (suplusel, tööl riisipõllul jne.). Vaheperemeesteks on teod.

Parasvõotmes on inimestel levinud **verelmiussi- e. tserkarioosne dermatiit** (nahapõletik), mille põhjustajaks on veelindudel (partlased, kajakad) parasiteerivate vereimiuslaste tserkaarid, mis inimese nahas siiski varsti hukkuvad. Siis kaob ka kihelus ja põletik. Võimalus nakatuda on praktiliselt kõikides Euraasia kesk- ja lõunaosa vaiksevoolulistes veekogudes, kus esineb veelindude kolooniaid.

### 3. *Classis: Cestoda* - paelussid.

#### **Paelusside iseloomustus.**

Selle klassi esindajate (umbes 1800 liiki) keha meenutab paela (kr.k. 'kestos' = pael). Tegemist on parasiitidega, kes suguküpsetena elavad kalade, kahepaiksete,



**Joonis 54.** Paelusside suguelundkonna ehitus.  
a - laiuss; b - neljanapalised pealussid.



roomajate, lindude ja imetajate kehas. Vastsed parasiteerivad selgrootutes, peamiselt lüljalgsetes. Kõige ohtlikumad on liigid, kes elavad nii vastsenä kui ka täiskasvanuna selgroogsetes loomades. Tavaliselt elavad nad soolevalendikus. Inimesel parasiteerib 32 paelussiliiki, haigusi nim. paelussitõvedeks e. tsestodoosideks.

Keha jaguneb kolmeks osaks – päiseks e. skooleksiks, kaelaks ja kehaks e. stroobilaks, mis koosneb paljudest lülidest e. proglotiididest (ld.k. + kr.k. 'glotta' = keel + 'eidos' = kuju). Päisel paiknevad kinnituselundid (iminapad, imilohud, kinnikud e. botriidid, kidad). Iminappadega päisel esineb veel kärss, mis võib olla varustatud kidakestega. Kael on lühike lülideks jagunemata kehaosa, mille tagumises otsas toimub uute lülide moodustumine. Lülide arv kehas võib liigiti olla erinev. Lülid on pealt kaetud kutlikuli e. koorkestaga, seejärel leiame epiteliaalsete rakkude kihi, mille all asuvad ring-, piki ja diagonaalsuunalised lihaskiud (silelihaskiud). Selline nahklihasmõik kannab nime tegument (lad.k. 'tegumentum' = katend). Katend toodab mitmeid seedeensüüme ja ka antiproteolüütilisi aineid, mis neutraliseerivad peremeesorganismi seedeensüümide toimet. Keha on seest täidetud parenhüümi rakkudega.

Seedesüsteem puudub. Peremees-organismi poolt lagundatud toitained imenduvad läbi keha pinna.

Erituselundkond on protonefriidset tüüpi, erituskanalid läbistavad keha külgmiselt. Iga lüli tagaosas asuvad ristipidised harud, mis ühendavad pikikanaleid.

Närvisüsteem on nõrgalt arenenud, koosnedes päises asuvast kesktängust ja sellest lähtuvaist pikinärvitüvedest. Kaks pikitüve läbivad kogu parasliidi keha. Igas lülis on lateraalselt paiknevad pikitüved ühendatud ristipidiste kommissuuridega. Meeleelundid puuduvad.

Suguelundkond (joon. 54) on hermafroditne – igas lülis on nii isassuguelundid (kujuneb varem) kui ka emassuguelundid. Pärast viljastumist hakkab isassuguelundkond järkjärgult kaduma ning koos munade moodustumisega algab intensiivne emaka arenemine.

Isassuguelundkond koosneb seemnesarjadest e. raigadest ja raiajuhadest, mis suubuvad seemnejuhasse ja avaneb sugutuspäuna sugukloaki (asub emassuguava kõrval). Sugutuspäunas asub tsirrus ja üks-kaks seemnepõiekest.

Emassuguelundkond koosneb kahesagaralisest munasarjast, munajuhast, ootüübist, tüpest (suubub sugukloaki), emakast, rebunäärdest, rebujuhast ja koorenäärdest (Mehli keha). Alamatel paelussidel (näiteks laiussil) avaneb emakas lüli kõhtmisel pinnal. Valminud munad väljuvad. Kõrgema arengutasemega paelussidel (näiteks neljanapalistel) on emakas suletud kotjas moodustis, mis lõpuks täidab

kogu lüli. Munade väljutamine toimub pärast lüli seinte purunemist (väliskeskkonnas).

Areng toimub peremeeste vahetusega.

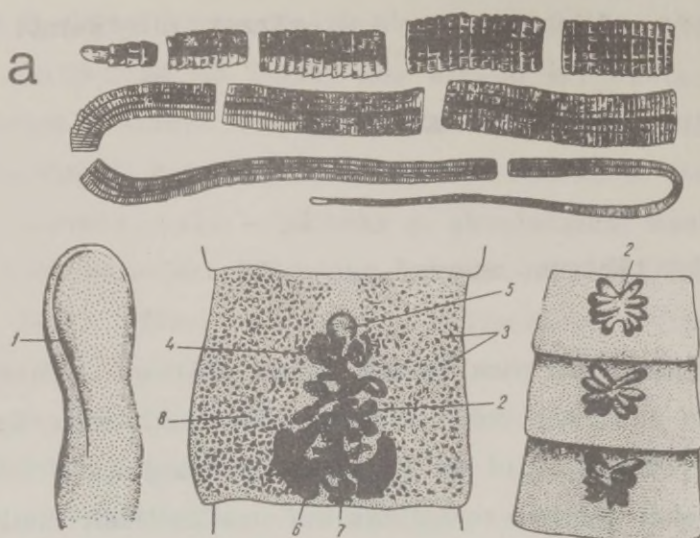
**Meditisiinilist tähtsust omavad paelussid.**

**Laiuss** (*Diphyllbothrium latum*) (Joon. 55) on inimesel parasiteerivatest paelussidest kõige suurem – võib kasvada 15 m pikkuseks. Keha koosneb mitmest tuhandest lülist. Küpsed lülid on peaaegu ruudukujulised (kuni 1,5 cm laiused). Küpsete lülide keskel paikneb rosetikujuline emakas (iseloomulik tunnus). Munad on ovaalsed, kaanekesega ühel poolusel. Vette sattunud munas areneb **koratsiid** e. ripsvastne, kes peale munast väljumist ujub mõnda aega vees. Vaheperemeheks on alamad vähid – söudiklased. Alla neelatud koratsiid tungib vähi kehaõõnde, kus ta areneb **protserkoidiks** (kr.k. 'kerkos' = saba, 'eidos' = kuju). Lisaperemeheks on kalad (haug, ahven, kiisk, luts, lõhe, forell ja siig). Protserkoidid tungivad kala maost tema kehaõõnde, lihastesse ja teistesse kudedesse, kus muutuvad **plero-tserkoidideks** e. vageltangudeks (kr.k. 'plerosis' = täitmine). Need on 0,5–1 cm pikkused piimvalged vastsed, kelle päistel on imivaod. Kala kehast eraldatud elus vageltang tõmbub rütmiliselt kokku ja sirutub välja. Lõpp-peremehe (inimene, kiskjad) nakatumine toimub siis, kui toiduks tarvitatakse toorest või küllaldaselt kuumutamata kala. Plerotserkoidid kinnituvad soole seinale päise abil (imipilud) ja hakkavad kiiresti kasvama. Viie–kuue nädala pärast saab laiuss täiskasvanuks ja hakkab munema. Lokaliseerub peensooles, kus võib põhjustada limaskestast kärbumist. Eritatavate toksiinide toimele kujuneb nõrkus, esinevad peavalud, erutuvus, valud kõhus, puhetised, seedehäired. Raskematel juhtudel areneb avitaminoos ja tugev kehvveresus (vitamiini B<sub>12</sub> ja foolhappe defitsiit). Ülgeaegse ravi korral kaovad kõik need nähud küllalt kiiresti pärast parasitidi eemaldamist. Diagnoos määratakse munade leiu alusel fekaalidest. Difüllobotrioos ohustab eeskätt kalureid, kalatöötlejaid ja nende perekonnaliikmeid. Eestis on laiuss enamlevinud paelussiks.

**Neljanapaliste seltsi paelussid** põhjustavad inimesel raskeid ja piinarikkaid haigusi, mis võivad lõppeda surmaga. Haiguste põhjuseks võivad olla nii täiskasvanud parasitidid, kui ka nende vastsejärgud.

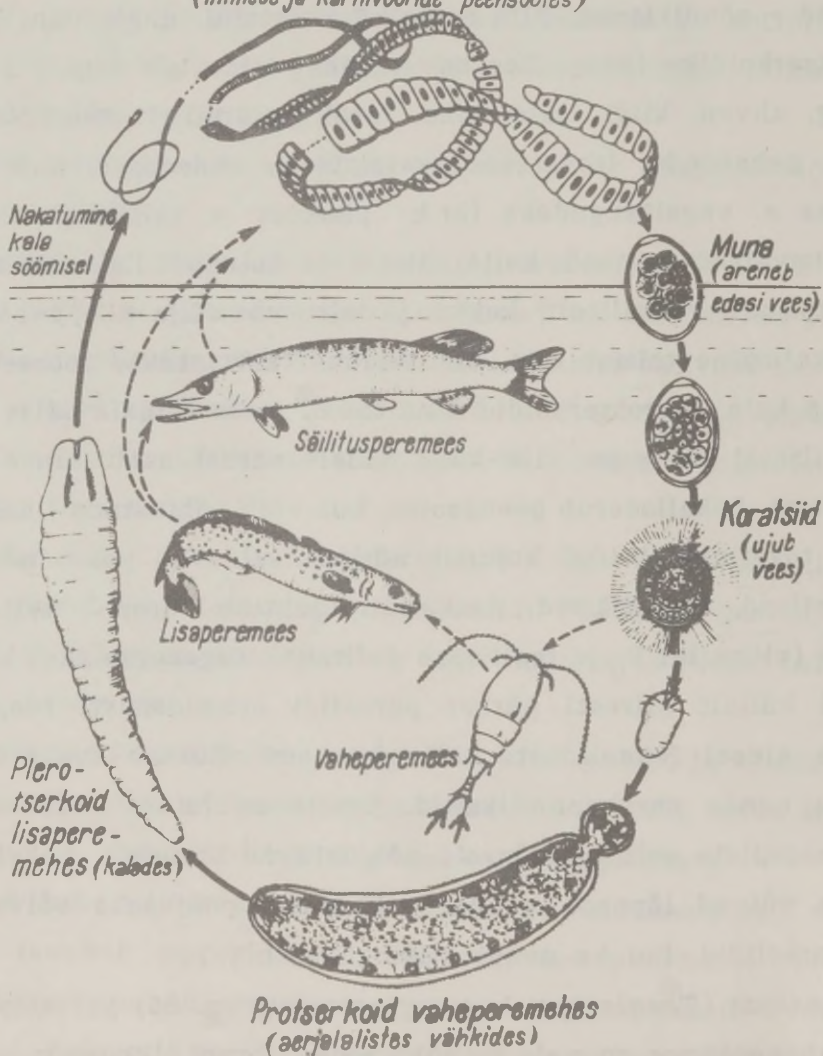
**Nudipaeluss** (*Taeniarhynchus saginatus*) (Joon. 56) parasiteerib suguküpsena inimeses, vaheperemees on veis ja põhjapõder. Tema pikkus on 4–10 m, tagumiste lülide laius 5–7 mm. Päis on nelja iminapaga, kärss ja kidad puuduvad. Ühe lüli





b

Imaginatsioon  
definiitvates peremehes  
(inimese ja karnivooride peensooles)



Joonis 55. Laiussi (*Diphyllobothrium latum*) ehitus (a) ja elutsükkel (b).

1 - imivaod e. kinnikud (botriidid); 2 - emakas; 3 - rebusarjad; 4 - emaka sagar;  
5 - sugutupaun tsirrussega; 6 - munasari; 7 - koorenääre (Mehlise keha);  
8 - seemnesarjad e. raiad.

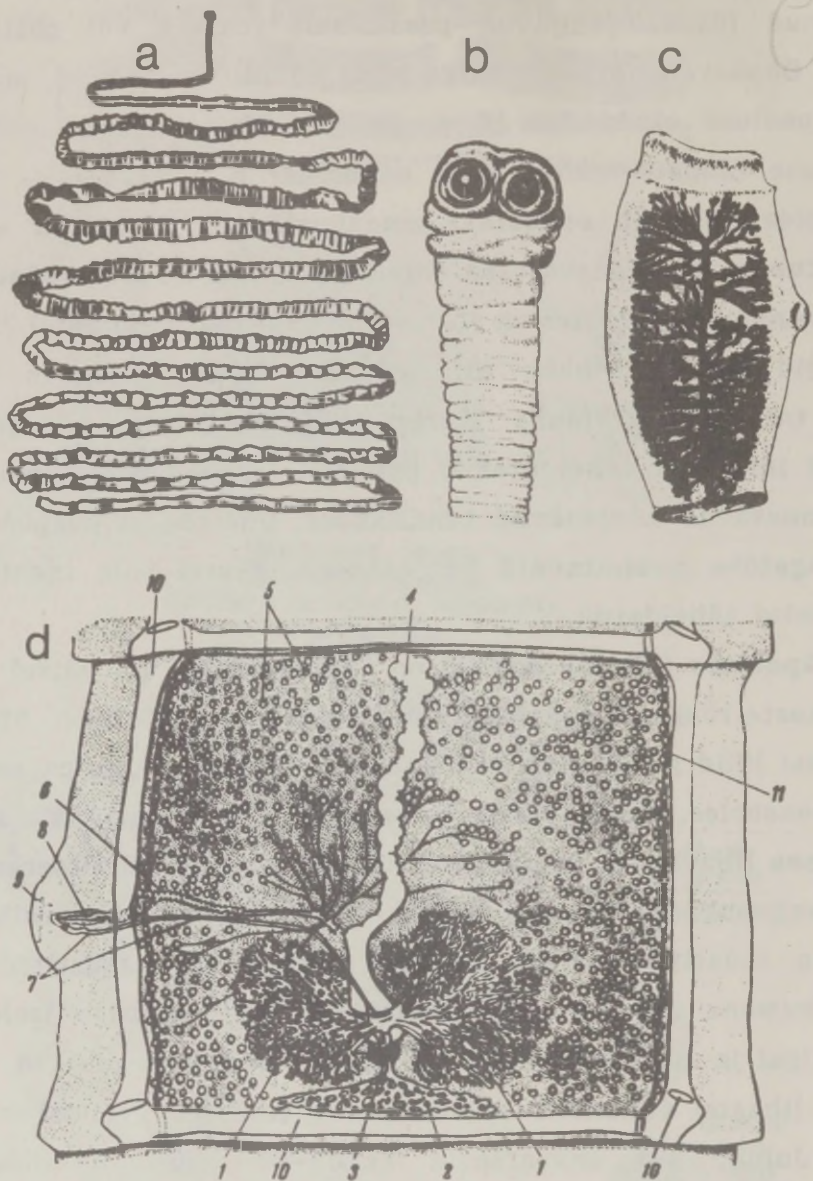
emakasse mahub kuni 175 000 muna. Inimese sooles eraldab parasiit perioodiliselt täiskasvanud lülsid (väljuvad passiivselt roojaga või aktiivselt, õõsiti haige magades). Ööpäevas väljutab haige kuni 28 lüli (ca 5 milj. muna). Inimese sooles võib nudipaeluss elada üle 10 aasta. Veised nakatuvad süües koos saastunud rohuga mune. Küpses munas asub onkosfäär e. kidakeras – kuuekidaline vaste. Looma sooles vabaneb onkosfäär munakestadest ja tungib soole veresoontesse. Verega satub ta mitmesugustesse elunditesse, kus muutub tsüstitsergiks e. tanguks (hernesuurune põleke, milles on sissesopistunult paelussi päis). Tavaliselt paiknevad tsüstitsergid lihastes, naha all, silmades, ajus, mitmetes näärmetes. Inimene nakatub, tarvitades toiduks toorest või termiliselt vähetöödeldud loomaliha. Nakatunud inimestel täheldatakse puhutisi, oksendamist, kõhuvalu, seedehäireid. Haiged kannatavad kõrgeenenud tundlikkuse, unetuse ja peapöörituse all, mõnikord esineb langetõbe meenutavaid haigushooge. Eestis pole taeniarünhoosi viimastel aastakümnetel täheldatud.

Nookpaeluss (*Taenia solium*) on väiksem (1–4 m), päisel on neli iminappa ja kahe kidakeste rõngaga (kidapärjaga) varustatud kärss (joon. 57). Kehast eraldunud nookpaelussi lülid pole liikumisvõimelised. Täiskasvanuna parasiteerib nookpaeluss inimese peensooles, vaheperemeheks on kodu- ja metssiga. Tsüstitsergid paiknevad peamiselt sea lihastes. Tarvitatakse toiduks elusaid tsüstitserke sisaldavat sealha (tangus liha), nakatub inimene tenioosi. Nookpaelussi muna võib inimese organismis areneda ka tsüstitsergiks e. tanguks, põhjustades tsüstitserkoosiks nimetatud haigust. (Inimene on siis vaheperemeheks.) Haigestumise iseloom sõltub sellest, millisel hulgal ja millises elundis paiknevad parasiidi vastsed. Kui nad paiknevad naha all, lihaste vahelises sidekoos või lihastes, võivad rasked haigusnähud puududa. Juhul, kui onkosfäärid kanduvad ajju või silmadesse, kaasnevad haigestumisega tugevad peavalud, langetõve meenutavad haigushood ja teised närvisüsteemi häired, mis sageli lõpevad surmaga. Tsüstitserkide eemaldamine ajust või silmadest on võimalik ainult kirurgilisel teel.

Teated leidudest Eestis puuduvad, parasiidi lähim levikuala on Valgevenemaa.

Ehhinokokk-paeluss (*Echinococcus granulosus*) (joon. 58) on vaid 2,5–5,4 mm pikkune ja koosneb 3–4 lülist. Päisel paikneb neli iminappa ja kahe kidade pärjaga kärsake. Munadega täidetud emakas asub tagumises lülis. Täiskasvanud ehhinokokk-paeluss parasiteerib koera, hundi, rebase jt. lihatoiduliste loomade sooles. Vastsed elavad lamba, kitse, velse, sea, hobuse, näriliste ja teiste imetajate mitmesugustes elundites. Ka inimene võib nakatuda munadega (täites seega vaheperemehe rolli). Inimene saab nakkuse tavaliselt koeralt, saastades käed koera karvadele kleepunud





**Joonis 56.** Nudipaelussi (*Taeniarhynchus saginatus*) ehitus.

a - üldvaade;

b - päis e. skooleks;

c - lüli e. proglotiid;

d - lüli ehituse skeem.

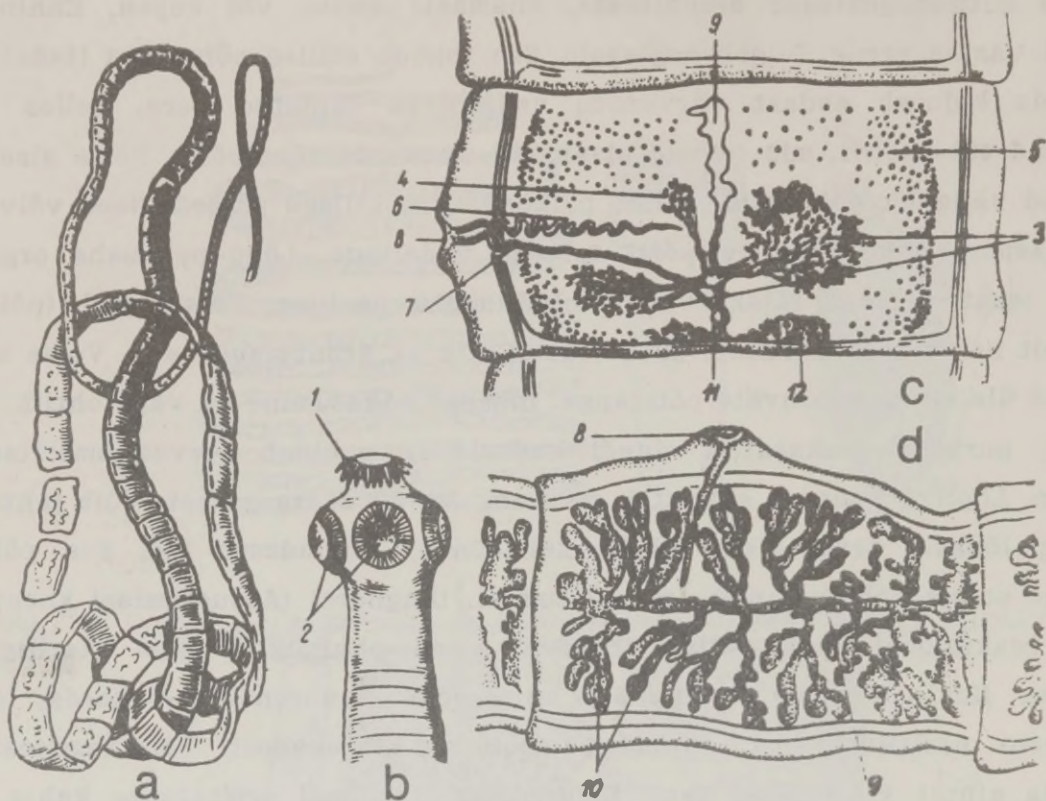
1 - munasarja saagarad; 2 - rebusari; 3 - koorenääre (Mehlise keha); 4 - emakas;  
5 - seemnesarjad e. raiad; 6 - seemnejuha; 7 - tupp; 8 - sugutuspauun tsirrussega;  
9 - sugukloaak; 10 - erituskanal; 11 - pikinärvitüvi.

munadega. Allaneelatud munadest areneb onkosfäär, mis tungib veresoonde ja võib kanduda mitmesugustesse elunditesse, enamasti maksa või kopsu. Ehhinokokk-paelussi vastse areng kulgeb aeglaselt. See toimub erilise põistangu (tsüstitsergi) sees, mis kujutab endast värvusetu vedelikuga täidetud kera. Selles asuvad väiksemad tütarpõied, mis võivad sisaldada omakorda tütarpõisi. Põite sisepinnalt kasvavad välja haudekapslid, milles paiknevad lootelised päised. Need võivad olla ka väljaspool haudekapsleid põisi toltvas vedelikus. Lõpp-peremehe organismis kasvab igast päisest täiskasvanud ehhinokokk-paeluss. Põistangud (põied) on tavaliselt hernetera suurused, kuid võivad olla ka arbuusisuurused. Veise maksast on leitud üle 60 kg kaaluvaid põistange. Inimese nakatumine on väga ohtlik. Paisuv põistang purustab nakatatud elundi kudesid ja avaldab survet ümbritsevatele kudedele. Lõpliku suuruse saavutab põistang 20-30 aasta pärast. Võib juhtuda, et põistang lõhkeb, tema sisu valgub kehaõõnde, kopsudesse jne. See põhjustab peremehe surma või uute põite moodustumist. Diagnoosi täpsustamisel kasutatakse Kasoni reaktsiooni: naha alla viiakse 0,2 ml ehhinokoki põie steriliseeritud vedelikku. Kui nahaalune tilgake 3-5 min. jooksul suureneb 3-5 korda, loetakse reaktsiooni positiivseks s.t. inimene põeb ehhinokokkoosi. Põistangudest saab vabaneda ainult kirurgilisel teel. Ehhinokokk-paelussil eristatakse kahte vormi. Raskete tüsistuste tekitajaks on nn. lamba-vorm, mis on levinud lõunapoolsetes lambakasvatustpiirkondades (Ukraina, Krimm, Kesk-Aasia). Läänepoolse levikuga on sea-vorm, mis inimest ei nakata.

**Alveokokk-paeluss** (*Alveococcus multilocularis*) on 1,2-3,3 mm pikk (joon. 58). Viimases, küpses lülis paikneb kerakujuline emakas. Lõpp-peremeheks on rebane, hunt, koer, kass. Vaheperemeheks on närilised (põld-urahiir, mügri, ondatra jt.). Inimene võib olla ebatüüpiliseks (fakultatiivseks) vaheperemeheks. Vaheperemees nakatub munadega. Inimene võib nakkuse saada jahikoertelt, jahiloomade nülgimisel, väga harva ka nakkuspiirkonnast korjatud metsmarjade söömisel. (Munad on rebase fekaalides nakkusvõimelised mitmeid kuid). Onkoksfaärid tungivad soolestiku veresoontesse ja kanduvad verrega maksa. Maksas kujuneb üks või mitu tihedat sõlmekest, mis koosnevad sidekoest, kuhu on infiltreerunud arvukalt alveokoki pisikesi tsüstitserke (põistangud). Maksa alveokokkoos võib aastaid kulgeda sümptoomideta. Haiguse ägenedes maks suureneb, haiged tajuvad rõhumistunnet parempoolses roietealuses piirkonnas, valu hingamisel. Alveokoki põistang võib suurenedes lõhkeda, selle sisu tungida kopsu, kõhuõõnde jne. Põistangud võivad mlgreeruda ka ajusse. Ravi on kirurguline.

Alveokokk-paeluss on levinud Lääne-Siberis, Jakuutias, Kaug-Idas ja Kesk-





Joonis 57. Nookpaelussi (*Talnia solium*) ehitus.

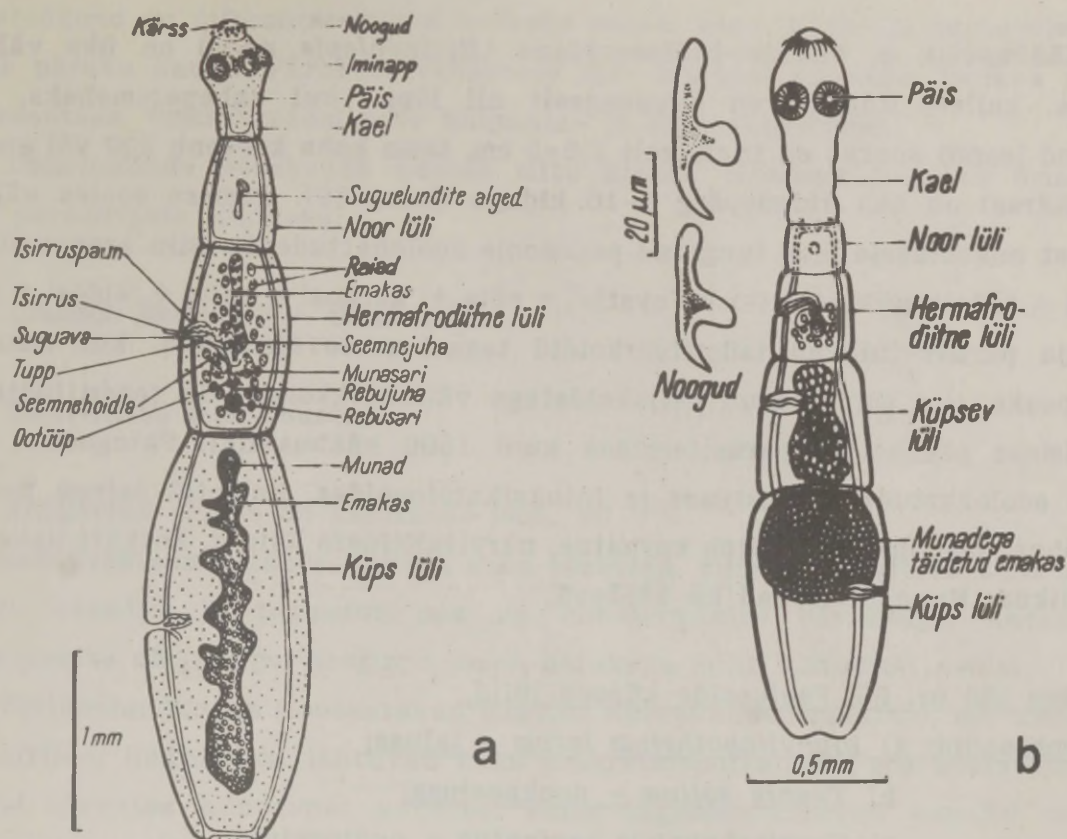
a - üldvaade;

b - päis e. skooleks;

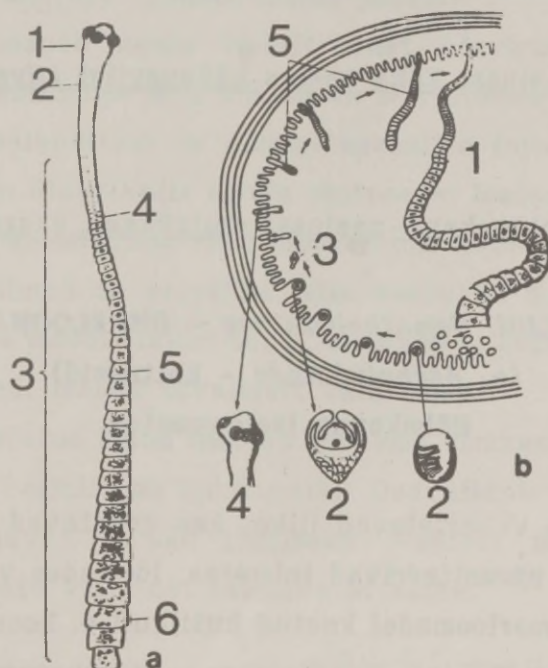
c - noor lüli;

d - täiskasvanud lüli.

1 - kärss nookudega; 2 - iminapad; 3 - munasarja saagarad; 4 - koorenääre (Mehlise keha); 5 - seemnesarjad; 6 - seemnejuha; 7 - tupp; 8 - sugukloak; 9 - emakas; 10 - emaka saagarad; 11 - ootüüp.



Joonis 58. Ehinokokk-paelussi (*Echinococcus granulosus*) ehitus ja alveokokk-paelussi (*Alveococcus multilocularis*) ehitus.



Joonis 59. Kääbusviigi (*Hymenolepis nana*) üldvaade (a):  
 1 - päis e. skooleks; 2 - kael; 3 - keha e. stroobila; 4 - noored lülid;  
 5 - hermafrodiitsed lülid; 6 - küpsed lülid.  
 ja arengutsükkel inimese peensooles (b):  
 1 - suguküpse ussi stroobila; 2 - onkosfäärid peensoole hattudes;  
 3 - tsüstitserkoidid soolevalendikus; 4 - tsüstitserkoidid kinnitunult;  
 5 - stroobila kasvamine.



Aasias.

**Kääbusviik e. kääbus-höölasurblane (*Hymenolepis nana*)** on üks väheseid paelusse, kellele inimene on samaaegselt nii lõpp- kui vaheperemeheks. Täiskasvanud isendi suurus on tavaliselt 1,5–5 cm, tema keha koosneb 200 või enamast lülist. Kärjal on üks kidadepärg 8–10 kidaga (joon. 59). Inimese sooles väljuvad munadest onkosfäärid, kes tungivad peensoole soolehattudesse. Siin arenevad neist vastsed – tsüstitserkoidid (kr.k. 'cystis' = põis + 'kerkos' = saba + 'eidos' = kuju). Mõne aja pärast tulevad tsüstitserkoidid tagasi soolevalendikku, kus muutuvad suguküpseks. Osa mune satub väljaheidetega väliskeskkonda. On teada juhtumeid, kus inimese peensooles parasiteerides kuni 1500 kääbusviiki. Patogeenne toime seisneb soolehattude kahjustuses ja intoksikatsioonides. Haigetel esineb peavalu, valu kõhus, seedehäired, üldine kurnatus, närvitalitluste häired. Eeskätt nakatuvad koolieelikud. Mune levitavad ka kärbsed.

Praktiline töö nr. 55. Paelusside küpsed lülid.

Püsi preparaadid: a) *Diphyllobothrium latum* – laluss;

b) *Taenia solium* – nookpaeluss;

c) *Taeniarhynchus saginatus* – nudipaeluss.

Praktiline töö nr. 56. Lalussi elutsükel. Skeem.

Praktiline töö nr. 57. Paelussi keha ehitus kääbusvilgi (*Hymenolepis nana*) näitel.

Püsi preparaad.

Praktiline töö nr. 58. Ehhinokokk-paelussi elutsükel. Skeem.

#### 4. **PHYLUM: *Nemathelminthes* – ÜMARLOOMAD.**

(e. *Aschelminthes* – kottussid)

Hõimkonna iseloomustus.

Hõimkonda kuulub vabaltelavad liike, kes asustavad merd, mageveekogusid, pinnast ja ka liike, kes parasiteerivad inimeses, loomades või taimedes, kokku üle 500 000 liigi. Keha on ümarloomadel kaetud kutikuli e. koorkestaga, mille all asub hüpoderm – epiteelirakkude kiht. Kehaseinas e. lihtsustunud nahklihasmõlgus on säilinud ainult pikilihased. Parenhüüm puudub, kehaseina ja siseelundite vahele jäävad vedelikuga täidetud pilud või suurem kehaõõs – kujuneb esmane kehaõõs.

Seedeeludkond on diferentseerunud kolmeks osaks: ees-, kesk- ja tagasoolaks, mis avaneb päraku kaudu. Pärakust tahapoole jääv kehaosa on saba. Suuava paikneb keha eesotsas. Ümarloomadel pole hingamis- ja ringeelundkonda.

Ümarloomade hõimkonda kuulub mitu klassi, lähemalt tutvume ümarusside klassi parasitsete liikidega.

## 1. Classis: *Nematoda* - ümarussid.

### Ümarusside iseloomustus.

**Kehaseina ehitus** on kujutatud joon. 60.

**Seedesüsteem** algab suuavaga keha eesotsas. Suuava ümbritseb kolm „huult“. Sooltoru eesmine ja tagumine osa on ektodermaalse päritoluga, keskmine - entodermaalse päritoluga. Sooltoru lõpeb pärakuga keha kõhtmisel poolel.

**Erituselundkonna** moodustavad üksikud üherakulised näärmed, mis asendavad protonefriide. Näärmetest lähtuvad kaks ekskretsioonikanalit, mis asetsevad keha külgedel olevates hüpodermi vallides. Keha tagaosas lõpevad kanalid umbselt, eesotsas ühinevad ja avanevad keha pinnale suuava läheduses. Piki eritussüsteemi kanaleid paiknevad fagotsüüdivõimelised rakud, mis samuti osalevad eritussüsteemis, kogudes endasse ainevahetuse lahustumatuid jääke.

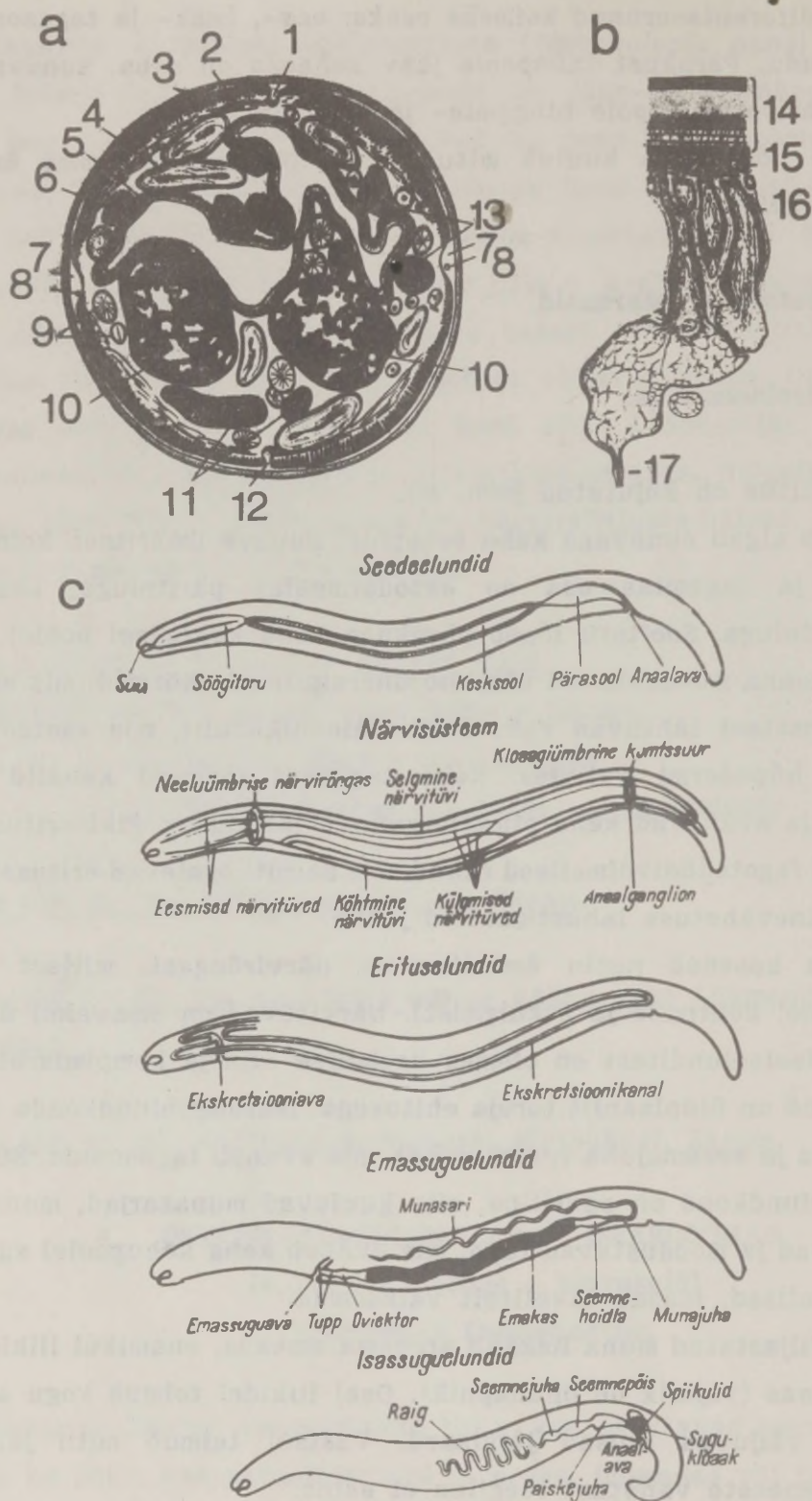
**Närvisüsteem** koosneb neelu ümbritsevast närvirõngast, millest lähtuvad närvitüved (selgmine, kõhtmine ja 2 külgmist). Närvitüved on omavahel ühenduses kommissuuridega. Meeleelunditest on olemas keemilise taju ja komplimisretseptorid.

**Suguelundkond** on üldplaanilt toruja ehitusega. Isassuguelundkonda kuuluvad seemnesari, raiajuha ja seemnejuha (paiskejuha), mis avaneb tagasoolde. Süsteem on paaritu. Emassuguelundkond on paariline, sili kuuluvad munasarjad, munajuhad ja emakad, mis ühinevad ja moodustavad tupe, mis avaneb keha kõhupoolel suguavana. Loomad on lahksugulised, isased tavaliselt väiksemad.

**Arenemine.** Viljastatud muna hakkab arenema emakas, enamikul liikidel lõpeb areng väliskeskkonnas (vajalik on õhuhapnik). Osal liikidel toimub kogu arenemine emaslooma kehas, väljuvad elusad järglased. Vastsetel toimub mitu järjestikust kestavahetust. Peremeeste vahetust reeglina ei esine.

Sõltuvalt — 20-25°C arenevad. Vastse areu. ~ 20 päeva





Joonis 60. Ümarusside ehitus.

a - ristlõige emasest solkmest;

b - kehaseina läbilõige;

c - elundkondade skemaatiline ehitus.

1 - selgmine hüpodermi vall; 2 - lihasraku plasmaatilised jätked; 3 - lihasrakud; 4 - munasari (pikilõikes); 5 - soole sein; 6 - kutiikul; 7 - külmine hüpodermi vall; 8 - ekskretsioonikanal; 9 - munasari (ristlõikes); 10 - emakas; 11 - munajuha (pikilõikes); 12 - kõhtmine hüpodermi vall; 13 - munajuha; 14 - kutiikul; 15 - hüpoderm; 16 - lihasrakud; 17 - lihasraku plasmaatiline jätke.

Klignatsloani inim- s ~ 2 vädalast  
Sagukaks solge elab ~ 3 aastat

### **Meditisiinilist tähtsust omavad ümarussid.**

Inimese solge e. liimuksolge (*Ascaris lumbricoides*) (joon. 61) on küllaltki suured parasiitussid (emasloomad 20–40 cm, isasloomad 15–25 cm, läbimõõt vastavalt 6 ja 3 mm). Sabaosa on isasloomadel kõhtmise külje poole keerdunud. Solge parasiteerib inimese peensooles. Ainult emasloomade olemasolu peremehe peensooles ei taga järglaskonda. Aga ka munade viljastamine isasloomade poolt ei taga veel nende arenemist – arenemiseks on vaja hapnikku, mistõttu munad peavad sattuma väliskeskkonda. Muna sees toimub vastsete esimene kestumine. Edasine areng saab toimuda inimese organismis. Nakatumine toimub toiduga, mustade käte kaudu, küünte närimisel. Mune levitavad kärbsed, prussakad, tarakanid.

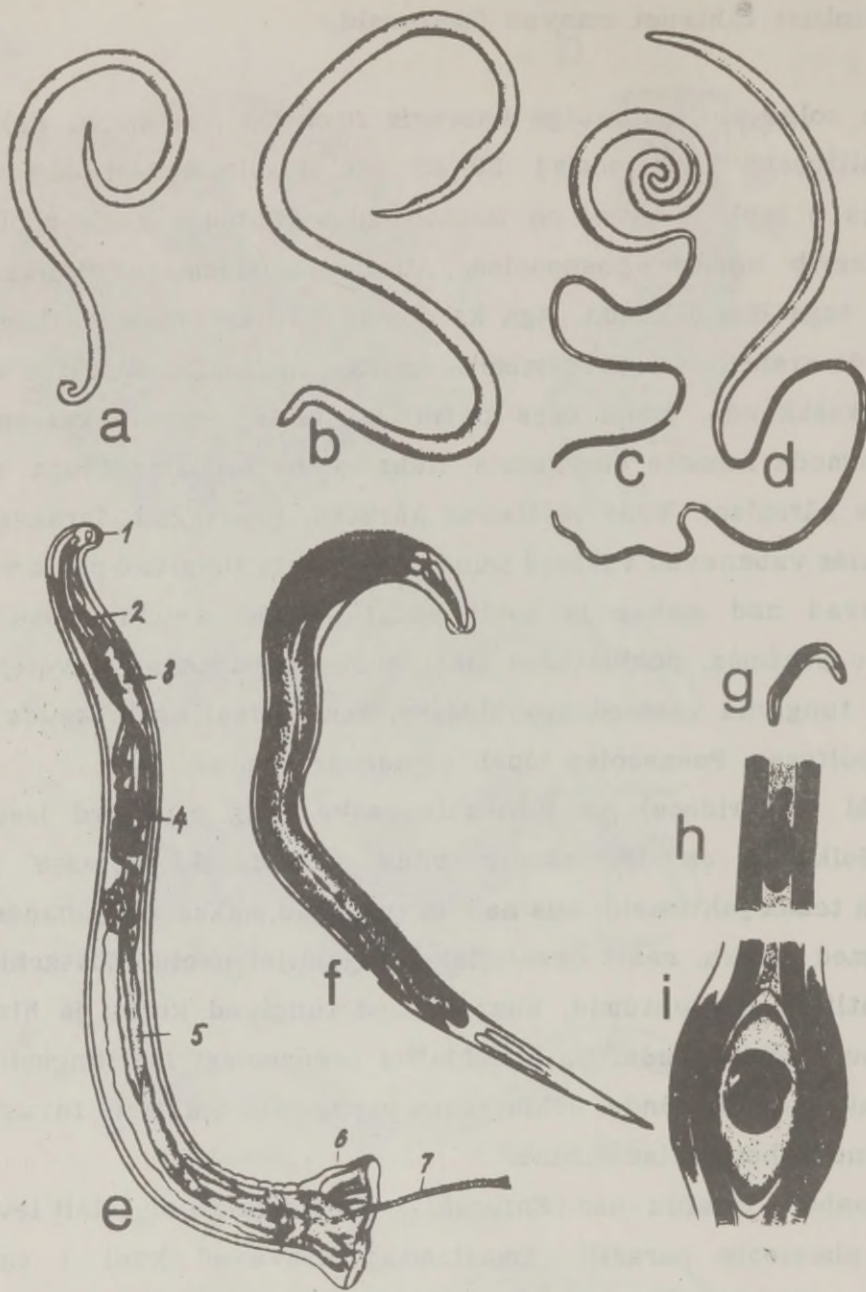
Peensooles vabanevad vastsed munakestadest ja tungivad soole veresoontesse. Verega kanduvad nad maksa ja sealt edasi südame kaudu kopsu, kus jäävad kapillaaridesse peatuma, põhjustades tihti nende purunemist ja verejookse. Kopsu kapillaaridest tungivad vastsed bronhidesse, sealt edasi neelu kaudu söögitorusse ja läbi mao sooltesse. Peensooles lõpeb vastse arenemine.

Solgetõbi (askaridoos) on inimesele raske ning mõnikord isegi eluohtliku iseloomuga. Solkmele on iseloomulik püüd tungida kitsastesse piludesse ja kääkudesse. On teada juhtumeid, kus nad on tunginud maksa sapijuhadesse. Mõnikord tungivad solkmed makku, sealt okserefleksi tagajärjel neelu, Eustachio tõrve ning keskkõrva. Ohtlikud on juhtumid, kus solkmed tungivad kurku ja hingekõrri, siis võib kannatanu isegi lämbuda. On kirjeldatud peensoolest läbitungimise juhtumeid, kus solkmed satuvad kehaõõnde, põhjustades peritoniiti. Solkmete tuvastamisel tuleb läbi viia kohene dehelmintiseerimine.

Naaskelsaba e. linaluu-uss (*Enterobius vermicularis*) on laialt levinud inimese jämesoole ja pimesoole parasiit. Emasloomad kasvavad kuni 1 cm pikkuseks, isasloomad on veidi väiksemad. Emaslooma saba on väga terav (siit nimetus). See ümaruss põhjustab pärasoole limaskesta ärritust ja põletikku. Sooles ta olulist kahju ei tekita. Öhtuti väljuvad emased naaskelsabad päraku kaudu nahapinnale munema. Väliskeskkonnas muutuvad munad nakatamisvõimelisteks umbes 6 tunniga. Kihelemine kutsub lastel esile kratsimise. Sõrmedelt võivad munad sattuda lapse suhu ja soolestikku tagasi. Ühe ja sama parasiidiliigiga korduvat nakatumist nim. superparasitismiks. Ühe ussi eluiga sooles on umbes 1 kuu. Kui selle aja jooksul ei toimuks uut nakatumist, oleks võimalik parasiidist vabaneda ilma spetsiaalse ravita.

Enterobioos põhjustab lastel rahutut und, töövõime langust, ka närvisüsteemi häireid. Taasnakatumise vältimiseks soovitatakse ihu- ja voodipesu hommikuti üle





**Joonis 61. Inimese parasitaarsed ümarussid.**

a - liimuksolge (isane); b - liimuksolge (emane); c - piuglane (isane); d - piuglane (emane); e - kõõrpea (isane): 1 - suukapsel; 2 - söögitoru; 3 - kesksool; 4 - seemnesari; 5 - munajuha; 6 - sugutuspau; 7 - spiikulid.  
 g - keeritsussi vastne; h - lihasesse tunginud keeritsussi vastne; i - kapseldunud vastne.

triikida.

Mune võivad levitada ka kärbes, tarakan ja prussakas.

Pluglane (*Trichocephalus trichiurus*) parasiteerib inimese jämesooles. Pluglase keha eesots on juuspeen, keha tagumine osa aga jämedam (Joon. 61). Isasloom kasvab 3–4 cm, emasloom 3,5–5 cm pikkuseks. Keha peenikeses eesosas asub eessool (suuõõs ja söögitoru), ja see on varustatud näärmerakkudega. Keha tagaosas asuvad soolтору ja suguelundid. Pluglane toitub inimese verest, selleks tungib ta keha eesosaga soole seinale. Inimene nakatub pluglase mune sisaldava vee joomisel (munad arenevad vees 1–1,5 kuud). Sooltorus väljuvad munadest vastsed ja arenevad jämesooles täiskasvanuks. *10/6 lade ~ 5 a vanuslik.*

Pluglase väljatamine organismist pole lihtne. Haigel põhjustab ta seedehäireid, kehvveresust ja närvilisust.

Keeritsuss e. trihhiin (*Trichinella spiralis*) on liha- ja segatoidulistel loomadel täiskasvanuna peensooles ja vastsetena lihaskoes parasiteeriv peenike ümaruss. Isased on tavaliselt 1,5 mm ja emased 3–4 mm pikad. Inimesed põevad trihhiinelloosi sageli raskel kujul. Inimene kui lõpp-peremees nakatub keeritsussi vastseid sisaldavat liha süües. Vaheperemeesteks on rott, metssiga, mägi ja karu, väga harva kodusiga. Vastsed ei hukku pealiskaudsel soolamisel, suitsutamisel ega kuumutamisel. Keeritsussi vastsed hävivad, kui mitte üle 8 cm paksusi lihatükke keeta 2,5 tundi. Arvatakse, et kodusigadel parasiteerib harvaesinev *Trichinella spiralis*, ulukloomadel aga teine liik – *T. nativa*. Sellega on seletatav asjaolu, miks Eestis ei ole keeritsusstõbi üle läinud kodusigadele, vaatamata arvukatele võimalikele kontaktidele. Inimene nakatub mõlema liigiga.

Keeritsussi vastsed tungivad lümfikapillaaridesse, kust kanduvad vaheperemehe võõtlihastesse ja saavad 18–20 päevaga nakkusvõimellisteks. Vastse ümber tekib 5–6 nädalaga kihid (Joon. 61). Vastsed lokaliseeruvad hea verevarustusega lihastes (vahelihased, kaelalihased, oimu-, kõrva-, söögitoru- ja hingamislihased, keel). Sattudes toiduga inimese peensoolde, arenevad nad 5–7 päevaga suguküpseks. Täiskasvanud helmintide elukestvus on tavaliselt 3–6 nädalat.

Keeritsussi munadest väljunud vastsete tungimine inimese sooleseina põhjustab kehatemperatuuri tõusu, tekib näo ja eriti silmalaugude turse, muutub verepilt. Vastsete tungimine lihastesse põhjustab valusid lihastes, mõnikord mõnede lihaserühmade ajutist halvatusi. Seejärel haigus hääbub, parasitide ümber tekib lubikiht.

Kõõrpea (*Ancylostoma duodenale*) on eeskätt levinud subtroopilise ja troopilise kliimaga piirkondades (Taga-Kaukaasias ja Kesk-Aasias). Parasvõõtmes





## 5. *PHYLUM: Annelida* – RÕNGUSSID.

### Hõimkonna iseloomustus.

Hõimkonda kuulub umbes 8000 liiki. Nad on kõige kõrgema arengutasemega ussid. Enamasti on tegemist vabaltelavate vormidega. Keha jaguneb kolmeks osaks: pea, lüliline kere ja anaalsagar. Pea on varustatud mitmesuguste meeleeelunditega: tähtsamad neist on silmad, maitsmiselundid, haistmiselundid, kuulmiselundid. Keha koosneb lülidest e. segmentidest, mis on teataval määral iseseisvad, sisaldades olulisemate elundkondade osi. Sellist segmentatsiooni nim. metameeriaks.

Rõngussidele on iseloomulik teisene kehaõõs ehk tsöloom. See asub soolitoru ja kehaseina vahel. Kehaõõnt vooderdab kõikjal epiteelirakkude kiht – tsöloteel. Need rakud moodustavad kihi, mis katab soolitoru, lihaseid ja teisi siseelundeid. Kehaõõnt jagavad segmentideks ristvaheseinad, keha keskel kulgeb pikivahelsein. Kehaõõnt täidab vedelik, mis keemiliselt koostiselt on lähedane mereveele. See vedelik (tsöloomivedelik) moodustab nn. „hüdraulilise toese“, kannab edasi toitaineid, gameete, fagotsüüte, sisenõristusnäärmete eritisi, samuti hapnikku ja süsihappegaasi.

Rõngusside lihased on vöötlihasrakkudest.

Rõngussidel esineb vereringeelundkond. Suurte veresoonte seinad tõmbuvad ise kokku („süda“), surudes verd läbi kapillaaride. Kaanidel langeb veresoonekond ja tsöloom funktsionaalselt kokku ja moodustub lakuunide ehk laugaste võrk, milles voolab veri. Veri võib olla värvitu, roheline (pigment klorokruoriin) või punane (pigment hemoglobiin või hemerütriin).

Seedesüsteemi iseärasuseks on seedenäärmete olemasolu (kesksoole seinas).

Erituselundkond on metanefriidne. Metanefriidid ehk avatoruneerud algavad kehaõõnes lehtriga, millele järgneb vääniline kanal, mis järgmises segmendis avaneb kehapinnale. Igas segmendis on kaks metanefriidi. Tahkeid osiseid koguvad ja väljundavad sooleseinas paiknevad erilised fagotsütoosivõimelised rakud – kloragogeensed rakud (ekskretofoorid), pruunid, kollakad või rohekad ekskreete koguvad rakud (kr.k. 'chloros' = kollakasroheline + 'agein' = viima).

Esmakordselt kohtame hingamiselundkonda. Hingamine toimub veresoonte rikka naha kaudu, mõningatel meres elavatel rõngussidel on isegi lõpused.

Rõngussid sigivad kas sugulisel teel või sugutult (mõningad vees elavad liigid). Magevees ja pinnases elavad rõngussid on enamasti hermafrodiitsed, areng on otsene – ilma vastsevormita. On ka lahksugulisi liike.

Isassuguelundkonda kuulub kaks paari väikesi seemnesarjasid, neist lähtuvad

mitteharjasid – enam vees elavad  
on mehed 0/05  
Enam hermafrodiidid



raiajuhad, mis ühinevad seemnejuhaks. Isassuguava paikneb kõhtmiselt. Seemne-sarjade läheduses asuvad mahukad seemnepõiekesed, kust toimub spermatozoidide küpsemine ja säilitamine (joon. 60 c, d).

Emassuguelundkond koosneb kahest munasarjast, munajuhadest ja emassugu-avadest. Elundkonna koosseisu arvatakse ka ektodermaalsetest kudetest tekkinud seemnehoidlad, kuhu kogutakse paaritumisel partneri seemnerakud. Viljastumine toimub kas kookonis, so. kehaväliselt (vihmauss) või kehasiseselt (kaan).

Rõngusside hõimkonda kuulub mitu klassi, käesolevas kursuses tutvume väheharjasusside ja kaanidega.

### 1. *Classis: Oligochaeta* – väheharjasussid.

#### Väheharjasusside iseloomustus.

Klassi kuulub umbes 3000 liiki, neist umbes 600 elab mageveekogudes, umbes 200 liiki riimvetes, ülejäänud on mullaloomad. Eestis on väheharjasusse 91 liiki.

Keha on lülistunud ehk metameerne. Erinevalt hulkharjasussidest ei ole väheharjasussidel segmendis kunagi paarilisi jätkeid (parapoode), kuld on neli kimpu harjaseid – kaks selgmist kimpu ja kaks kõhtmist kimpu. Erandina võib esineda ka ainult kõhtmist harjastega või hoopis ilma harjasteta liike. Ühes kimbus on tihti ainult kaks ühesugust harjast (vihmauslased). Keha eesotsas asub peasagar, järgneb esimene segment ehk suusagar.

Väheharjasusside kehasein (joo. 62 c) koosneb viiest põhilisest kihist:

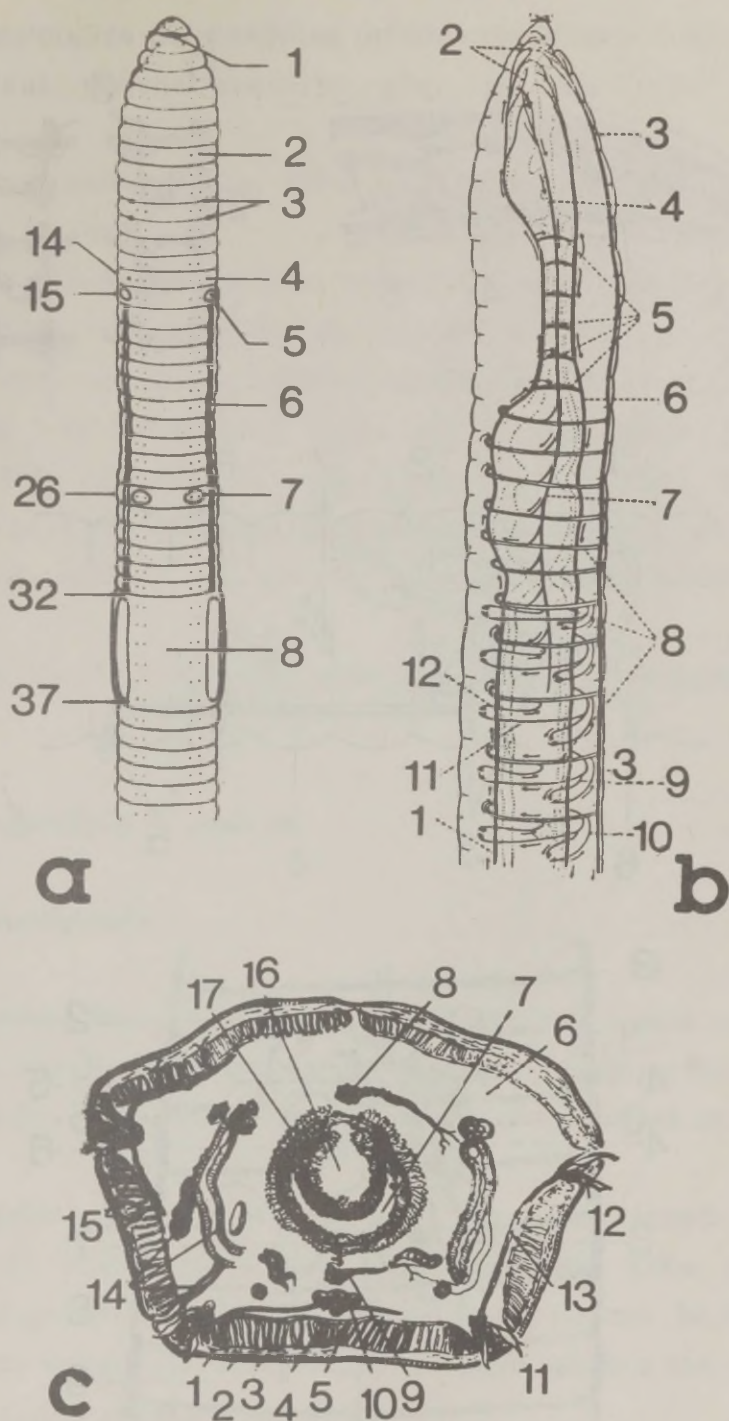
1) naha poolt eritav õhuke kutiikul ehk koorkest; 2) välimine epiteelirakkude kiht; 3) ringlihas (välimine); 4) pikilihas (sisemine); 5) tsöloteel, mis vooderdab kehaõõnt ehk tsüloomi, milles paiknevad siseelundid.

Vereringe on suletud: pikisooned kulgevad läbi kogu keha, neid ühendavad igas segmendis ringsooned (joon. 62 b).

Seedesüsteem (joon. 63 a) kulgeb samuti läbi kogu keha ja koosneb suuõõnest, neelust, söögitorust, pugust, maost (üks või mitu), kesksoolest (kõige pikem osa) ja pärasoolest.

Erituselundkond on metanefriidne (joon. 63 b).

Närvisüsteem on küllaltki keerukas. Peasagaras või sellest veidi tagapool, neelu kohal, asub neelupealne närvitank ehk peaaaju. Seda ühendab neelualuse tänguga kaks närvivääti (neeluümbrised konnektiivid). Igas segmendis on üks kõhtmine tank (tegelikult kaks kokkukasvanud tanku), mis on omavahel ühendatud



**Joonis 62. Vihmaussi ehitus.**

**a - keha eesmise osa väline ehitus (altvaade).**

1 - suuava; 2 - harjased; 3 - seemnehoidlate avad; 4 - emassuguava;  
5 - isassuguava; 6 - õnarus, mis ühendab isassuguavasid vööpiirkonnaga;  
7 - genitaalharjased; 8 - vöö; 14, 15, 26, 32, 37 - keha lülid.

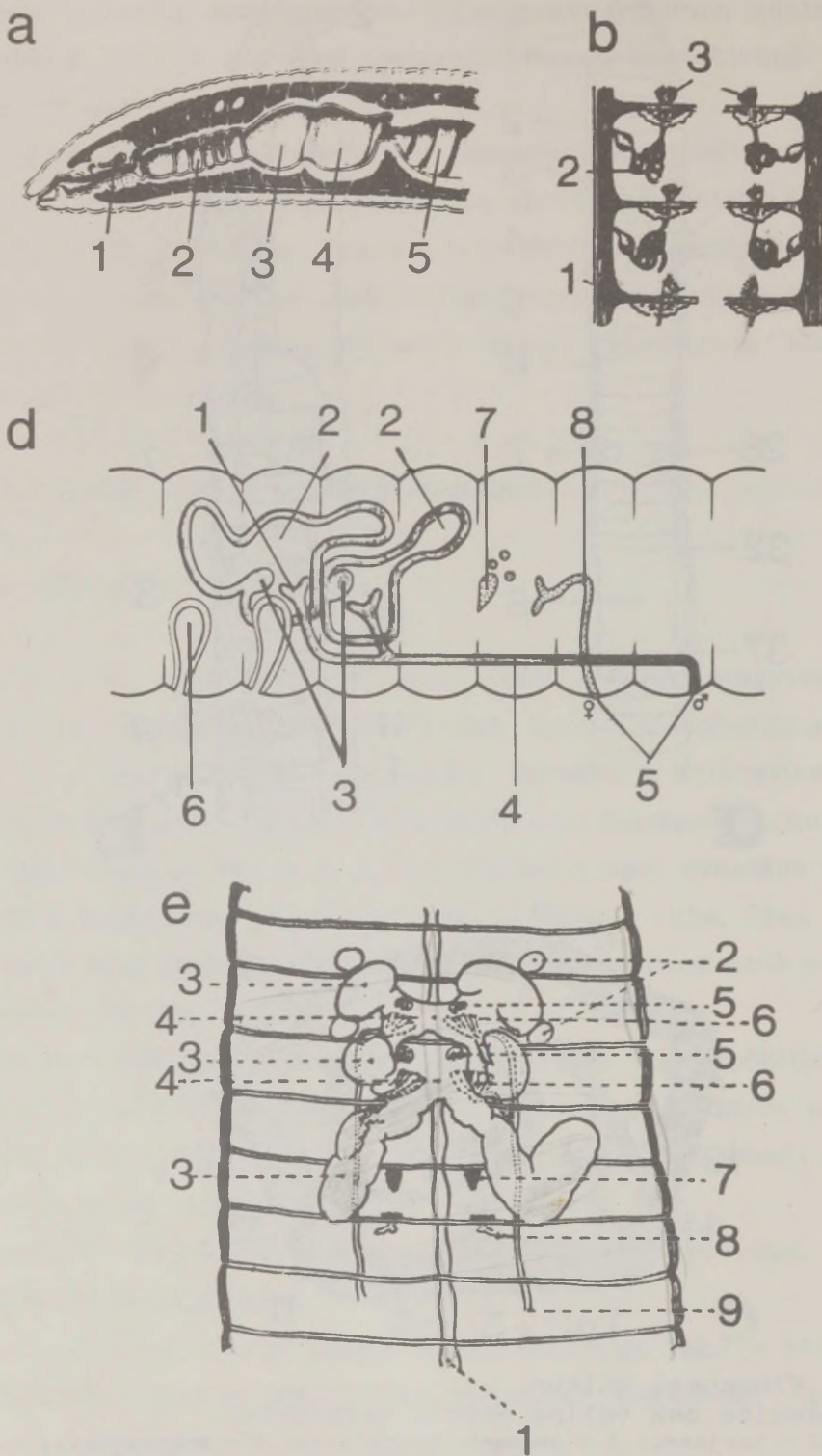
**b - keha eesmise osa vereringe skeem.**

1 - selgmine veresoon; 2 - peapiirkonna kapillaarid; 3 - üks neuraalsetest veresoontest; 4, 7 - lateraalne veresoon; 5 - "süda"; 6 - kõhtmine veresoon;  
8 - parietaalsed veresoone, mis ühendavad neuraalseid veresoone selgmisega;  
9 - ühe metameeri (lüli) sisenev veresoon; 10 - ühe metameeri väljuv veresoon;  
11, 12 - naha verekapillaarid.

**c - vihmaussi keha ristlõige.**

1 - kutiikul; 2 - väline epiteel; 3 - ringlihaskiud; 4 - pikilihas; 5 - tsöloteel (sisemine epiteel); 6 - tsöloom; 7 - soole valendik; 8 - selgmine veresoon;  
9 - kõhtmine veresoon; 10 - närvikett ja neuraalsed veresoone; 11, 12 - harjased; 13 - külgmised veresoone; 14 - metanefriid ja erituselundkonna viimakanalike; 15 - naha verekapillaarid; 16 - kanal sooleseinas (soolenõva);  
17 - kloragogeensed rakud (ekskretofoorid).





**Joonis 63. Vihmaussi seede- ja suguelundkonna ehitus.**

a - vihmaussi eesosa pikilõige.

1 - neel; 2 - söögitoru; 3 - pugu; 4 - lihasmagu; 5 - kesksool.

b - metanefriidse erituselundkonna ehituse skeem.

1 - lülide vahesein; 2 - vääniline kanal; 3 - metanefriidi lehter.

c - suguelundkonna ehituse skeem (vaade küljelt).

1 - eesmine seemnelehter; 2 - seemnepõiekesed; 3 - eesmine ja tagumine seemnesari; 4 - seemnejuha; 5 - suguavad;

6 - seemnehoidla; 7 - munasari; 8 - munajuha.

d - suguelundkond (vaade selgmiselt).

1 - kõhtmine närvikett; 2 - seemnehoidlad; 3 - seemnepõiekesed;

4 - seemnepõiekestest liitumine; 5 - seemnesarjad;

6 - seemnelehterid; 7 - munasari; 8 - munajuha; 9 - isassuguava.

ühe või kahe pikisuunalise närviväädiga (pikikonnektiiviga) – nii kujuneb **kõhtmine närvikett**. Enamikul väheharjasussidel silmi ei ole, kuid nahas paiknevad fotoretseptorid.

**Hingavad** nad naha kaudu. Nahas on rikkalikult verekapillaare ja naha välispind hoitakse niiske.

**Paljunemine.** Väheharjasussid on hermafrodiitsed. Eneseviljastamist siiski ei toimu. Enne viljastumist toimub paaritumine, mille ajal kummagi looma seemnerakud lähevad üle partneri seemnehoidlatesse. Hiljem, munemise ajal, moodustub vöö piirkonnas kookon, mis kehalihaste kokkutõmmete abil nihutatakse ettepoole ja lõpuks üle pea ära, kusjuures kookon võtab sidruni kuju. Kookonisse muneb vihmauss munad ja lisab seemnehoidlatest seemnerakud. Viljastumine toimubki kookonis. Kookonist väljuvad väikesed, kuid täiskasvanute sarnased ussikesed.

Praktiline töö nr. 61. Hariliku vihmaussi (*Lumbricus terrestris*) ristlõige Püsi-preparaat.

## 2. Classis: *Hirudinea* – kaanid.

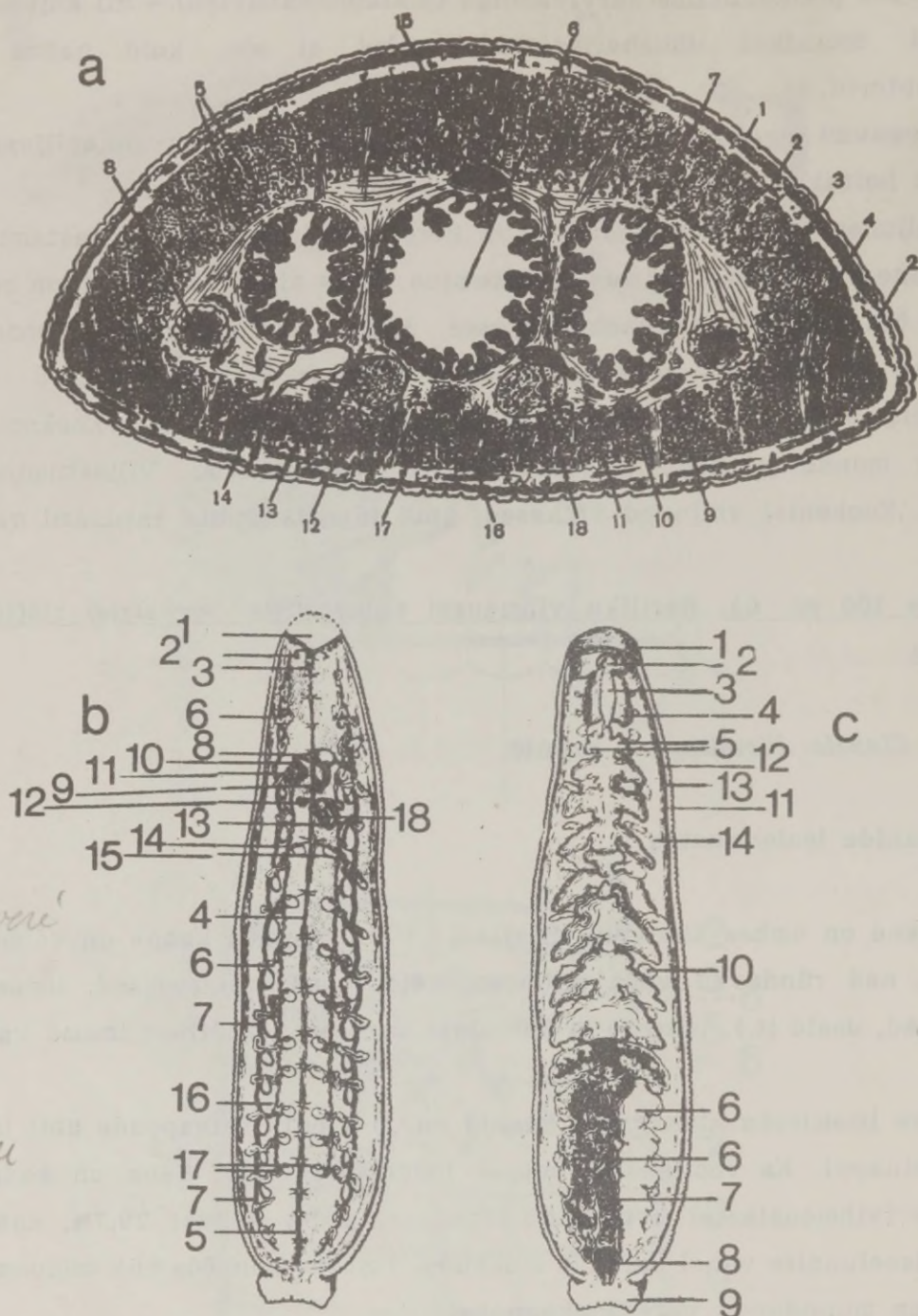
### Kaanide iseloomustus.

Kaane on umbes 400 liiki, Eestis 12 liiki. Enamus kaane on võimelised verd imema ja nad ründavad väga mitmesuguseid loomi (selgroogsed, limused, vähid, veeputukad, ussid jt.). Inimese ja imetajate verd on võimelised imema vaid vähesed liigid.

Vere imemiseks kinnituvad kaanid ohvri kehale iminappade abil (suuiminapp ja tagaiminapp). Ka roomamine toimub iminappade abil. Keha on kaanidel väga lihaseline (vihmauslastel moodustab lihaskond keha mahust 29,7%, kaanidel kuni 65,5%). Siseelundite vahel paikneb sidekude. Teisene kehaõõs ehk tsöloom tegelikult puudub (on muundunud veresoonkonnaks).

Kaanid on hermafrodiidid ja sigivad ainult suguliselt. Viljastumine toimub paaritumisel. Seemnerakkude ülekandmiseks on kaks viisi. Apteegikaan viib seemnerakud peene nildikujulise suguti abil partneri emassuguavasse. Teistel liikidel võivad seemnerakud eralduda erilises kotikeses (spermatofooris), mis kinnitatakse teise isendi nahale. Kinnituskohal tekkinud haavakese kaudu tungivad seemnerakud keha sisse, otsivad üles munarakud ja viljastavad need. Viljastatud munad munetakse kookonisse, millest väljuvad juba väikesed kaanid.





# **Joonis 64. Apteegikaani ehitus.**

**a - ristlõige apteegikaani kehast.**

1 - nahk; 2 - ringlihas; 3 - pikilihas; 4 - külgmised lihased; 5 - verrega täitunud lakuunid (tsöloom); 6 - magu; 7 - mao (pugu) tasku; 8 - külgmise tsöloomikanal; 9 - matanefriidi detail; 10, 11, 14 - seemnejuha detailid; 15 - tsöloomi selgmise kanal; 16 - kõhtmine närvikett; 17 - tsöloomi kõhtmine kanal; 18 - metanefriidi vääniline kanal.

**b - apteegikaani siseehitus (seedeelundkond eemaldatud).**

1 - suuiminapa asukoht; 2 - lõuad; 3 - peaaaju (neeluuline närvitükk); 4, 5 - närvikett kõhtmine; 6 - metanefriid; 7 - tsöloomi külgmise kanal; 8 - põis; 9 - suguti; 10, 16 - seemnejuha; 11 - seemnepõieke; 12 - munasari; 13, 18 - tupp; 14, 15 - esimene seemnesarjade paar; 17 - viimane seemnesarjade paar.

**c - apteegikaani seedeelundkond.**

1 - suuiminapp; 2 - lõuad; 3 - neel; 4 - neelu lihased; 5 - mao (pugu) esimesed taskud; 6 - maotaskute viimane paar; 7 - peensool; 8 - tagasool; 9 - tagaiminapp; 10 - metanefriidid; 11 - nahk; 12 - ringlihas; 13 - pikilihas; 14 - parenhüüm.

**Meditiiniline tähtsus on apteegikaanil (*Hirudo medicinalis*).** See on keskmiselt 120 mm pikk ja 10 mm läbimõõduga kaan. Ravieesmärgil kasutatakse väikesi, mõne cm pikkusi apteegikaane. Nad elavad tavaliselt väikestes ja madalaveelistes veekogudes. Apteegikaan on üldiselt lõunapoolse päritoluga (Moldova, Ukraina), Eestis on ta võrdlemisi tavaline Saaremaal ja Hiiumaal. Noorloomad imevad verd kahepalksetelt, täiskasvanud isendid imevad imetajate verd (eeskätt veistelt).

Uuringud on näidanud, et kaanide poolt eritav hirudiin ja võib-olla veel teisedki „süljenäärme“ sekreedis sisalduvad ained mõjuvad hästi mõnede haiguste, eriti tromboflebilidi ja hüpertooniatõve puhul.

Tõsiselt on ohtlik inimestele ja koduloomadele üks teine kaaniliik – *Limnatis nilotica*. See kaan on levinud kõigis Vahemeremaades, Aafrikas, T.–Kaukaasias, K.–Aasias. Ta on sama suur kui apteegikaan, kuid tema tagaajamine on oluliselt suurem. Lõuad on väikesed ja võimaldavad verd imeda vaid limaskestadelt (suu, neel, ninaneel, kuse- ja suguteed jne.). Võib põhjustada verekehimist ja tugevaid verejookse.

[hüdkuulmine, välti või spetsiaalselt ettevaatlikult kasutada] [sõlt]  
Praktiline töö nr. 62. Apteegikaani (*Hirudo medicinalis*) ristlõige. Püsipreparaat. (vt. ka joon. 64).



Küsimused:

1. Iseloomustage rakutüpe käsnade entodermis.
2. Käsnade mesogloa ehitus.
3. Käsnade rakenduslik tähtsus.
4. Aimuõssete närvisüsteemi ehitus. (võrdlus - meduus ja hiidra)
5. Parasitaarsete imiusside arengutsükkel.
6. Paelusside suguelundkonna ehitus.
7. Laiussi arengutsükli kriitilised hetked (tingimused edukaks arenguks).
8. Mis on tsüstitserkoos?
9. Milliste helmintide jaoks on inimene ainult vaheperemeheks?
10. Milliste helmintide jaoks võib inimene ühtedel juhtudel olla vaheperemeheks, teistel juhtudel aga lõpp-peremeheks?
11. Milliste helmintide jaoks võib inimene olla samaaegselt nii vaheperemeheks kui ka lõpp-peremeheks?
12. Keeritsussi arengutsükkel.
13. Iseloomustage toksokaroosi-tekijate elutsükli ja epidemioloogiat.
14. Rõngusside progressiivsed tunnused. (võrdlus pigem ja inimese elutsükli)
15. Rõngusside suguelundkonna ehitus ja sigimine.
16. Amübiagaani kohastumine parasiitide eluajaks.
17. Vundinivormid.
18. -Nudi- ja nookpallid võrdlus (elutoo elutsükkel)
19. Millised parasiitvormid migreeruvad inim. organismis.
20. Mis on elufantsüstöid?
21. Millised parasiitvormid teevad inimese raha kauba?
22. Bioloogilised helmintid. (mida täh, kes on)

## 6. PHYLUM: Arthropoda – LÜLJALSED.

### Hõimkonna iseloomustus.

Loomariigi suurim hõimkond, kuhu kuulub ca 80% teadaolevatest loomaliikidest. Eeldatavalt on lüljalgseid ligi 1,5 milj. liiki, sealhulgas Eestis ligikaudu 20 000 liiki. Hõimkonnas on esindatud nii vee, maismaa kui ka parasiitsed vormid. Kosmopoliitse levikuga.

#### Hõimkonna põhitunnused.

Bilateraalne lülistunud e. <sup>e</sup>segamnteerunud keha. Kehalülid on erineva ehitusega ja täidavad eri funktsioone ning koonduvad keha kolmeks põhiosaks – peaks, rindmikuks ja tagakehaks.

Lüllilised jäsemed. Algselt oli igal kehalülil, välja arvatud esimesel ja viimasel, üks paar lüllilisi jäsemeid. Evolutsiooni käigus on suurem osa neist kadunud, peamiselt tagakeha lülidelt ja säilinud jäsemete ehitus on tüsistunud. Jäsemed on varustatud liigestega ja täidavad erinevaid funktsioone (liikumine, toidu vastuvõtt ja peenestamine, hingamine, osalemine kopulatsioonis). Evolutsiooni käigus on taandarenenud ka jäsemete kaheharulisus, välja arvatud vähilaadsetel.

Keha katab kitiinkest. Kitiin on heteropolüsahhariid, mis on vastupidav mehhaanilistele ja keemilistele mõjutustele. Looduses lõhustub kitiin peamiselt ensümaatilisel (kitinaas). Kitiinkest sisaldab peale kitiini ka lubialinet ja valke. Kest on kehale nii kaitseks kui ka tooseks, kuid ei võimalda loomal pidevalt kasvada. Kasvamine on võimalik vaid perloodiliste kestumiste kaudu. Vahetult enne kestumist moodustub vana kesta all uus, mis on õhuke ja veniv. Peale vana kesta rebenemist ja looma väljumist sellest on uus kest venimisvõimeline. Sellel lühiaegsel perioodil enne uue kesta tugevnemist (mõnest tunnist mõne päevani) toimubki looma kasv. Kitiinkestale kinnituvad ka lihased, mis osalevad jäsemete talitluses.

#### Keha välisehitus.

Pea külge kinnituvad haistmis- ja kompimiseliunditega tundlad (1–2 paari) ja suised (lõuad). Lüljalgsete kehas järgneb rindmikule tagakeha. Primitiivsetel vormidel on kõik kerelülid enam-vähem ühetaolised. Sellisel juhul eristatakse vaid kahte osa – pead ja keret. On võimalik ka üksikute kehaosade liitumine (pea ja rindmik moodustavad pearindmiku). Rindmikule kinnituvad liikumiselundid – jalad ja/või tiivad. Tagakehas asub valdav osa siseelunditest.

#### Keha siseehitus.

Vereringe. Vereringe on avatud. Süda paikneb selgmiselt, asudes soolтору peal ja sisaldab alati arterioosset verd. Vere ja kehaõõne vedeliku segu nimetatakse



hemolümfiks. Veresoonkonnast on selgelt diferentseerunud vald aort ja arterid.

**Hingamine.** Hingamiselunditeks on lõpused, trahheed või raamatkopsud, vastavalt sellele, millises keskkonnas loom elab ja millisele arengutasemele on evolutsioonis jõudnud. Harva võib toimuda ka hingamine läbi katete.

**Seedimine.** Seedeelundkond koosneb ees-, kesk- ja tagasoolest. Soolestiku ehitus varieerub liigiti, see sõltub eelkõige toidust ja toitumisviisist. Seedeelundkonna evolutsiooni tõestab ka suliste ja seedenäärmete diferentseerumine. Maks ja pankreas koos süljenäärmetega on peamisteks seedenäärmeteks. Nende juhad avanevad soolde. Ees- ja tagasool on eksodermaalse päritoluga, kesksool areneb entodermist.

**Eritamine.** Erituseliunditena talitlevad tagasoole jätked e. Malpighi sooned ning paarilised metanefriidse päritoluga pea- või rindmikunäärmed. Erituseliundite hulka kuulub ka rasvkeha.

**Närvisüsteem.** Närvisüsteem on köisredel-tüüpi ja koosneb neelupealsest ja neelualusest tängust ning kõhtmisest närviketist. Neelupealne täng, mis koosneb 3 paarist liitunud ganglionidest, täidab peaaegu funktsiooni. Peaaegu toime ilmneb eriti keeruliste instinktidega ja kõrgelt arenenud meelegaorganitega liikidel. Kõhtmise närviketi tängud paiknevad metameerselt, sageli on tendents nende tugevaks kontsentreerumiseks.

**Lihastik.** Lihastik koosneb valdavalt võõtlihasrakkudest, moodustuvad lihaskimbud. Seetõttu võivad antud hõimkonna esindajad sooritada suhteliselt keerulisi ja kiireid liigutusi.

**Kehaõõs** on miksotsööl e. segakehaõõs, mis tekib esmase ja teisese kehaõõne liitumisel embrüonaalse arengu algstaadiumis. Kehaõõnes paiknevad siseorganid ja see on täidetud hemolümfiga.

**Sigimine ja areng.** Lüljalgsed on enamasti lahksugulised. Sigimine toimub sugulisel teel, sageli esineb suguline dimorfism (näiteks isas- ja emaslooma erinev suurus, värvus jne.). Areng toimub reeglina moondega.

**Evolutsioon.** Ehituselt ja ontogeneesilt on lüljalgsed rõngusside otsesteks järglasteks. Põlvnevad lüljalgsed ürgsetest hulkharjasussidest, kusjuures erinevad lüljalgsete klassid on tekkinud erineval ajal ja üksteisest sõltumatult. Seda tõestavad erinevused eri klasside esindajate sise- ja välisehituses.

**Meditiiniline tähtsus.** Lüljalgsete hõimkonna esindajad võivad parasiteerida inimorganismil, mürgistada inimorganismi, olla helmintide vaheperemeesteks, siirutada viiruseid, riketsiaid, baktereid ja ainurakseid.

**Süsteem.** Hõimkonnas eristatakse 7. alamhõimkonda, millest antud kursuse seisukohalt olulisteks osutuvad alljärgnevad:

1. *Sph.: Branchiata* - vähilaadsed  
    *Cl.: Crustacea* - vähid
2. *Sph.: Chelicerata* - lõugtundlased  
    *Cl.: Arachnida* - ämblikulaadsed
3. *Sph.: Tracheata* - trahheeloomad  
    *Cl.: Insecta* - putukad

# 1. **SUBPHYLUM: Branchiata - VÄHILAADSED.**

Alamhõimkonda kuuluvaid loomi iseloomustab 5 lülist koosnev pea, millele kinnitub kuni 5 paari tundlaid ja lõugu. Nende jäsemed on evolutsioonis säilitanud kaheharulise ehitustüübi. Vähilaadsed on peamiselt veelise eluviisiga, seetõttu hingavad nad lõpustega. Alamhõimkonnas on vaid 1 klass.

## 1. **Classis: Crustacea - vähid.**

Klassi kuulub ligikaudu 40 000 liiki, kes valdavalt elavad vees.

**Välisehitus.** Bilateraalsümmeetrilisel kehal eristuvad metameerselt paigutunud segmendid. Kehal võib eristada pead, rindmikku ja tagakeha (vt. joon. 66). Sageli on pea ja rindmik liitunud, moodustades pearindmiku. Peale linnituvad silmad (paaritu lihtsilmi ja paarilised lihtsilmi); kaks paari tundlaid, millede ülesandeks on haistmine ja kompimine ning 3 paari lõugu, mis osalevad toidu peenestamisel. Vähiudel esinevad ühed ülalõuad ja kahel alalõuad. Rindmikujäsemetest eesmisel 1-3 paari muutuvad lõugjalgadeks, mis osalevad toidu haaramises. Ülejäänud rindmikujäsemed täidavad liikumisfunktsiooni ja talitlevad hingamiselunditena. Tagakeha jäsemed esinevad ainult ülemvähiudel ning täidavad gaasivahetuse ja liikumise funktsiooni.

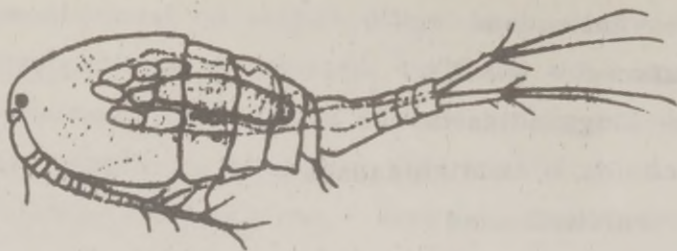
## **Sisehitus.**

**Vereringe.** Sõltuvalt arenguastmest on diferentseerunud veresooned ja süda. Ilmneb arenguastme seostatus hingamiselundkonna arenguga. Primitiivsetel vormidel, kellel hingamine toimub läbi katete, pole vereringe arenenud. Kõrgemal arenguastmel olevatel vormidel toimub hingamine lõpustega ja veresoonekonnas eristuvad süda, eesmine, külgmine ja tagumine aort. Süda paikneb olenevalt lõpuste asukohast kas tagakehas või rindmikuosas. Veres on hingamispigmentiks hemotsüaniin.

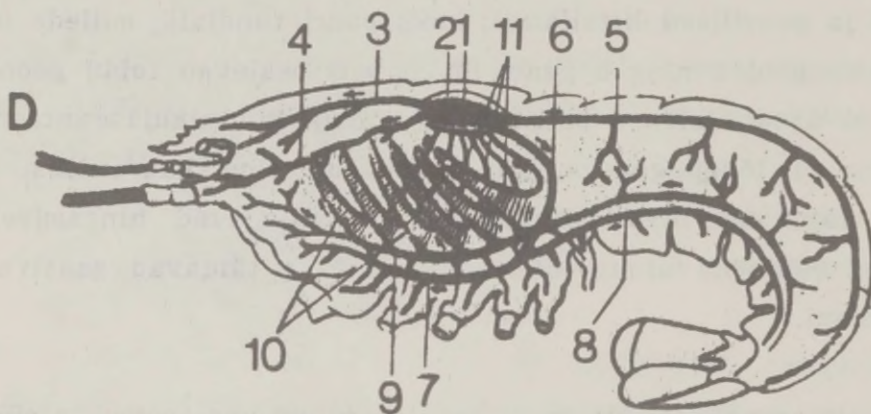
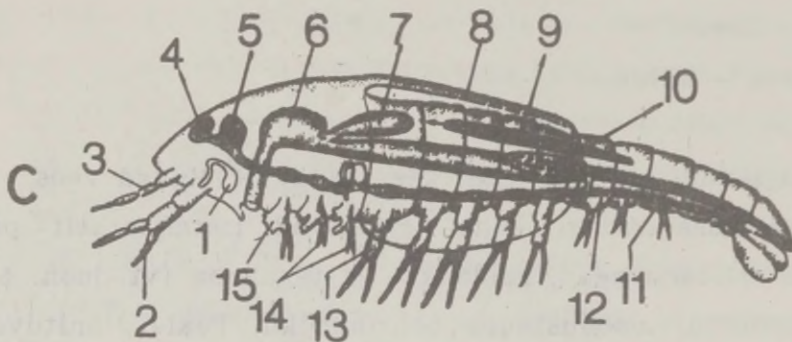
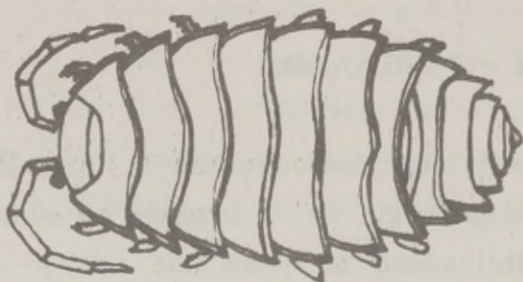
**Hingamine.** Hingamine toimub kas läbi katete (aerjalalised) või jäsemetega seotud lõpuste abil.



A



B



### Joonis 65. Vähilaadsed.

A - tavaline sõudik, mis sisaldab laiussi protserkoidi (suurendus 35x).

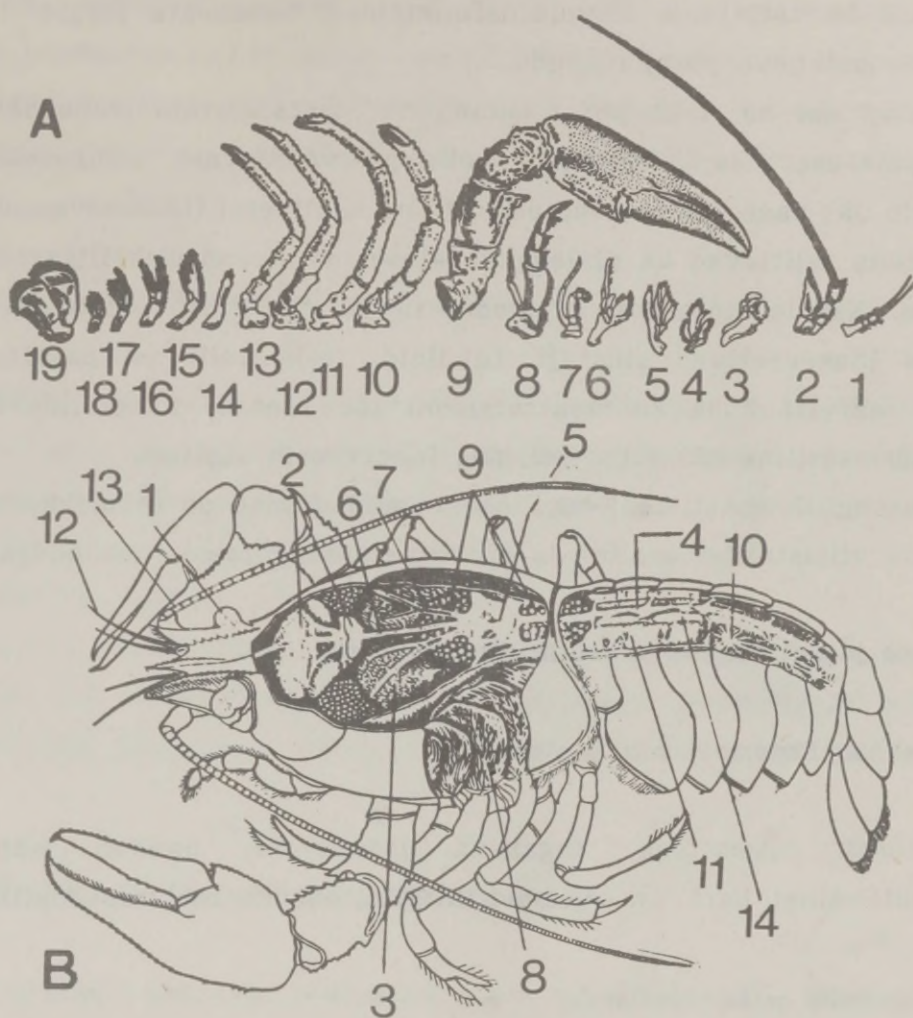
B - keldrikakand.

C - vähilaadsete ehituse skeem

1 - rohenäär (erituselund); 2 - teine paar tundlaid (antennid); 3 - esimene paar tundlaid (antennulad); 4 - silm; 5 - "peaaju" (liitunud närvitärgud); 6 - mälumismagu (eessoole eesmine osa); 7 - maksajätke (eristunud kesksooldest); 8 - rindmik; 9 - süda; 10 - gonaad; 11 - tagasool; 12 - kõhtmine närvikett; 13 - esimesed rindmikujuksed (lõugjalad); 14 - kaks paari alalõugu; 15 - ülalõuad.

D - jõevähi vereringe skeem.

1 - süda; 2 - südamelähedane mikotsööli piirkond; 3, 4 - eesmised arterid; 5 - ülemine kõhuarter; 6 - rindmikuarter; 7, 8 - eesmine ja tagumine alumine kõhuarter; 9 - kõhtmine venoosiinus; 10, 11 - lõpuste veresooned.



**Joonis 66. Jõevähi ehitus.**

**A - jäsemed.**

1 - esimene paar tundlaid (antennulad); 2 - teine paar tundlaid (antennid);  
 3 - ülalõuad; 4, 5 - alalõuad; 6, 7, 8 - lõugjalad; 9, 10, 11, 12, 13 -  
 käimajalad; 14, 15, 16, 17, 18 - tagakehajalad; 19 - otslüli (telson).

**B - siseehitus.**

1 - silm; 2 - magu; 3 - maks; 4 - ülemine kõhuarter; 5 - süda; 6, 7 - eesmised  
 arterid; 8 - lõpused; 9 - munasari; 10 - kõhtmine närvikett; 11 - kõhtmised  
 lihased; 12 - eesmised tundlad; 13 - teine paar tundlaid; 14 - tagasool.



**Seedimine.** Toit viiakse suuavasse ja liigub edasi söögitorru. Söögitoru tagumine osa või eessoole eesmine osa moodustab kitiinhammastega varustatud mälumismao ja filtreerimisseadeldise, kus toimub toidu peenestamine. Kesksoolest eristuvad maksajätked, millel on nii sekretoorne (proteo-, lipo- ja glükolüütiliste ensüümide eritumine) kui ka toitainete imendamisfunktsioon. Seedimata jäägid väljutatakse keha tagaosas paikneva päraku kaudu.

**Eritumine.** Vähhidel on kaks paari muundunud metanefriide (rohenäärmeid), mis koosnevad põiekesest ja näärmeliste seintega väänlevast torukesest. Reeglina funktsioneerib üks paar vastsestaadiumis, teine adultsetel (täiskasvanud) isenditel. Erituselunditena talitlevad ka alalõugade alusel avanevad maksillaarnäärmed.

**Närvisüsteem.** Närvisüsteem on kõisredel-tüüpi. "Peaajus" eristuvad paarilised sagarad, mis innerveerivad silmi ja tundlaid. Iseloomulik on paaritu kõhtmine närvikett ja närvitänkude kontsentratsiooni tõus seoses kehalülide liitumisega. Areneb ka sümpaatiline närvisüsteem, mis innerveerib sooltoru.

**Sigimine ja areng.** Enamasti lahksugulised vormid. Munad on reburikkad. Lõigustumine on peale viljastumist osaline ja pindmine. Areng toimub moondega.

**Süsteem ja esindajate meditsiiniline tähtsus.**

**Subclassis: Entomostraca – alamvähid.**

Pearindmik jäsemetega, tagakeha jäsemeteta, puudub mälumis-magu, anaalsegmendil esineb hark, on säilinud lihtsilm, enamasti mikroskoopilised vormid.

**O.: Copepoda – aerjalalsed.**

Sõudikud on laiussi *Diphyllbothrium latum* ja medlina niitussi *Dracunculus medinensis* vaheperemeesteks.

Enamlevinud esindaja: *Cyclops strenuus* – tavaline sõudik (joon. 65).

**Subclassis: Malacostraca – ülemvähid.**

Kindel arv kehalülisid, tavaliselt 5+6+8. Puudub hark anaalsegmendil, tagakehal esinevad jäsemed, sooltorus on mälumismagu. Nii mikro- kui makroskoopilised vormid. Eesti jõgedes elab alamklassi tüüpiline esindaja *Astacus astacus* – laiasõraline jõevähk (joon. 65, 66).

### **O.: Isopoda – kakandilised.**

Lameda kehaga vähid, kellel 1. rindmikusegment on peaga liitunud ja selle jäsemed muutunud lõugjalgadeks. Käima-jalad paiknevad 2–8 rindmikusegmendil. Areng otsene. Toituvad peamiselt detriidist, kõdust ja taimedest (Joon. 65). Kalakakandi (*Cymothoa sp.*) suuremad isendid võivad imeda meres suplevate inimeste verd. Maismaal (niiskes pinnases, kõdus) elab tavaline keldrikakand (*Porcellio scaber*). Läänemeres teeb kalasaagile olulist kahju *Mesidotea entomon* – tavaline merikilk.

### **O.: Decapoda – kümnejalalised.**

Liigirikkaim vähkide selts, kuhu kuuluvad suurimad ja tuntumad esindajad. Pead ja rindmikku katab ühtne seljakilp. Rindmikujäsemetest on 3 esimest paari arenenud lõugjalgadeks. Arengus esineb keeruline moone. Paljusid kümnejalalisi – krabillisi, krevetillisi jne. kasutatakse toiduks.

Esindaja – harilik jõevähk *Astacus astacus*.

Mitmed Kaug-Ida vetes elavad krabilligid (näiteks *Eriocheir japonicus* – jaapani villkäppkrabi) on kopsu-kakssuulase (*Paragonimus westermani*) arengutsükli vaheperemeesteks. Läänemere riimvees elab tavaline rändkrabi (*Rhithropanopeus harrisi*).

## **2. SUBPHYLUM: Chelicerata – LÕUGTUNDLASED.**

Kehasegmendid ühinevad pearindmikuks ja tagakehaks. Pearindmikule kinnitub 6 paari jäsemeid: helitseerid e. lõugtundlad, pedipalpid e. lõugkobijad ja 4 paari käimajalgu. Lõugtundlad talitlevad lõugadena, lõugkobijad saagi haarajatena või kompimiselunditena. Iseloomulikuks tunnuseks on tõeliste tundlate puudumine.

Enamus hõimkonna esindajatest on maismaavormid. Siseehituses on iseloomulikuks maksa olemasolu ning algsete erituselundite e. koksiaaläärmete säilumine Malphigi soonte kõrval.

### **1. Classis: Arachnida – ämblikulaadsed.**

#### **Välisehitus.**

Keha lülid on suurel määral liitunud. Pearindmikul esineb 6 paari lülilisi



jäsemelid. Lõugtundlad lühikesed ja lõpevad kas sõra või küünisja lüluga, mille tipus avaneb mürginäärre. Lõugkobijad on hulgalülilised. Kälmajalgu on 4 paari. Tagakehal avanevad osadel liikidel võrgunäärmed. Pearindmiku eesosas on 1-6 paari lihtsilmi.

#### **Siseehitus.**

**Vereringe.** Kõrgemalt arenenud vormidel esineb pulseeriv seljasoon - süda. Südame ees ja tagaotsast väljub aort. Lisaks lähtub südamest ka paar külgmisi artereid, milledest veri voolab elundite vahele. Osadel parasitsetel vormidel võib süda hoopis puududa (lestad).

**Hingamine.** Hingamiselunditest esinevad trahheed ja raamatkopsud. Parasitidel hingamiselundid võivad puududa ja gaasivahetus toimub neil hingeava kaudu.

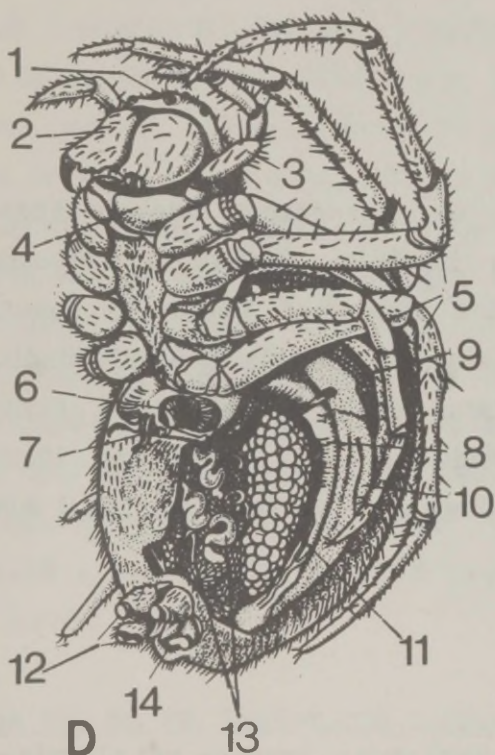
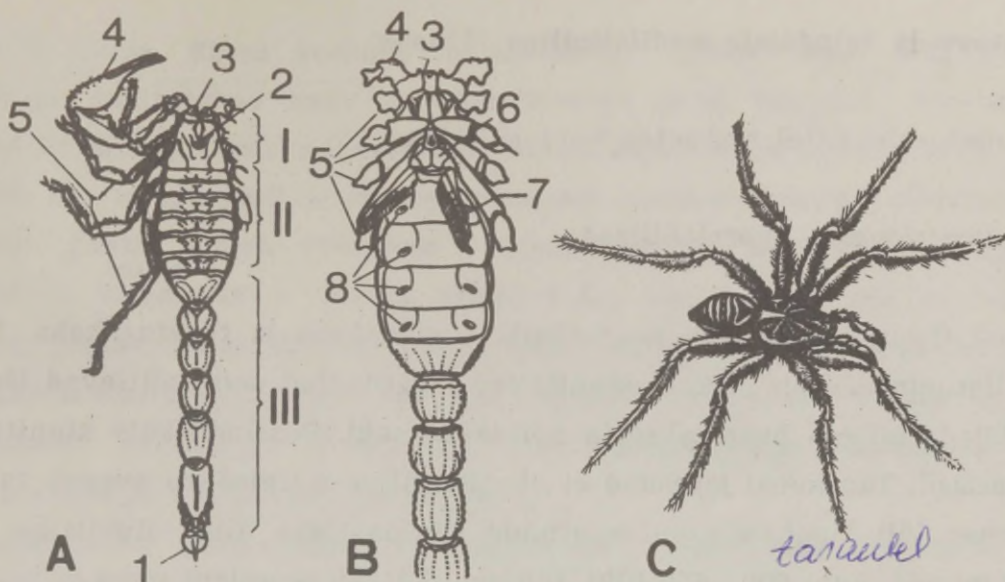
**Seedimine.** Omastatakse vaid vedelat toitu. Selle saamiseks on arenenud esmane kehaväline seedimine, kus seedeensüümiderikas nõre juhatakse saaklooma. Poolvedel toit imetakse lihaselise neelu abil söögitorusse. Söögitoru laieneb imimaoks e. eessooleks, seejärel liigub toit kesksoolde. Kesksoolde suubub ka paariline maksanäärre. Maksanäärme rakud on võimelised rakusiseseks seedimiseks ja seal toimub ka toitainete imendumine. Tagasooles toimub tahkete jääkide kogunemine ning need väljutatakse päraku kaudu.

**Eritamine.** Erituselunditeks on evolutsioonilise uusmoodustisena Malphigi sooned. Need sooned kujutavad endast torujaid moodustisi, mis avanevad kesk- ja tagasooles ühinemiskohta kloaagi lähedal. Nende kaudu eritatakse tahkel kujul organismis ainevahetuse käigus tekkinud kusihapet. Eritusfunktsiooni täidavad ka koksiaal-näärmed ja nefrotsüüdid. Viimased on erilised elunditevahelistes õõntes asuvad rakud.

**Närvisüsteem.** Närvisüsteem on tugevalt kontsentreerunud. Peaajus eristuvad sagarad, mis innerveerivad silmi ja lõugtundlaid. Sageli võib peaaju ühineda suuremal või vähemal määral pearindmiku närvimassiga. Kõhtmine närvikett on reeglina asendunud ühtse tänkude kogumikuga eeskehas.

**Sigimine ja areng.** Maismaavormidel esineb kehasisene viljastamine. Munad on reburikkad, lõigustumine on osaline ja pindmine. Areng on otsene. Sageli esineb lõimetishoole.





E

**Joonis 67. Ämblikulaadsed.**

A - skorpioni ehitus (selja poolt).

B - skorpioni ehitus (kõhu poolt).

I - pearindmik (prosooma);

II - eestagakeha (mesosooma);

III - tagatagakeha (metasooma);

1 - sabalüli mürgiastlaga; 2 - silmad; 3 - lõugtundlad; 4 - lõugkobijad;

5 - jalad; 6 - sugukaanekehed; 7 - kammjätked; 8 - kopsustigmad.

C - tarantel *Lycosa singoriensis*, isane. *Trochosa (Lycosa)*

D - ristämbliku ehitus (kopsukotid ja tagakeha õõs on avatud), emane.

1 - silmad; 2 - lõugtundlad; 3 - lõugkobijad; 4 - lõugkobijate koksaaalhõlmad;

5 - jalad; 6 - raamatkopsud; 7 - kopsustigmad; 8 - kesksool; 9 - maks; 10 - süda;

11 - munasari; 12 - võrgunäsad; 13 - mitut tüüpi võrgunäärmed; 14 - päarak.

E - karakurt (*Latrodectus mactans tredecimguttatus*), emane (suurendus ca 10x).



## Süsteem ja esindajate meditsiiniline tähtsus.

Klass jaguneb erinevatel andmetel 9-11 seltsiks.

### O.: *Scorpiones* – skorpionilised.

Kehal (Joon. 67) eristub pearindmik, eestagakeha ja tagatagakeha. Keha on selgelt lülistunud. Pearindmikule kinnituvad lõugtundlad, mis talitlevad lõugadena ja lõugkobijad, millega haaratakse ja hoitakse saaki. Pearindmikule kinnituvad ka liikumisjäsemed. Tagakehal jäsemeid ei ole. Paariline mürginääre avaneb tagatagakeha viimase lüli tipul, mis on muutunud mürgiastlaks. Õise eluviisiga, putuktoidulised loomad. Kuni 600...650 liiki. Inimesel kutsub skorpioni torge esile lokaalse paistetuse, valulisuse, külmavärinad, palavikuhoo (ca 40°C), unisuse. Harvadel juhtudel on mõju letaalne.

### O.: *Aranei* – ämblikulised.

Pearindmik ja jäsemeteta tagakeha on ühendatud sidevardakese abil. Mürginääre avaneb lõugtundlate küünisjas lõpulüli. Ämblikule iseloomulikuks tunnuseks on 4 paari võrgunäsade esinemine tagakehal. Võrguniiti kasutatakse saagi püüdmisel, urgude voorderdamisel, viljastamisel ja levikul. Stepivõõndis elava <sup>kandur</sup> ~~taranelli~~ *Latrodectus mactans tredecimguttatus* mürk on inimesele ohtlikum ja salvamine võib lõppeda letaalselt. Sümptomid: peavalu, peapööritus, lämbumine, krambid, pulsi aeglustumine ja rasketel juhtudel saabub päeva või paari mõõdudes surm (vt. Joon. 67).

### O.: *Acar* – lestalised.

Keha tavaliselt lülistumata. Suised on haukamis-, imemis- või pistmis-imemis tüüpi. Iseloomulik on kärsa teke. Seoses väikeste mõõtmetega võivad mitmed elundsüsteemid (vereringe, hingamine) taandareneda. Ligi 10 000 liiki. Eestis leidub ca 1000 liiki. Eluviisilt on osa vabalt elavad, osa taimede ja loomade parasiidid. Seltsis on ka rida inimeste parasiite ja haiguste siirutajaid.

Puugid – *Ixodoidea* on verdimevad parasiidid (Joon. 68). Kehakuju on ovaalne, pearindmik ja tagakeha pole selgelt eristatavad. Emastel seljakilp keha eesotsas, isastel üle kogu selja. Pearindmikul on 6 paari jäsemeid, milledest 2 esimest paari

moodustavad kärssa. Kärss koosneb helitseeridest, hüpostoomist ning palpidest. Helitseeridega tekitatakse haav ja hüpostoomiga puuk kinnitub. Käigujalad on varustatud küünistega, mis võimaldavad puugil karvastikus liikuda ja kinnituda. Arengus on üks nümfiastaadium ja liigiomane arv kestumisi enne valmikustaadiumi saavutamist. Eestis esinab võsapuuk – *Ixodes ricinus*, kes siirutab entsefalliidi läänevormi ja <sup>isane</sup> talgapuuk – *Ixodes persulcatus*, kes kannab üle kevad-suvist entsefalliti. Põhja-Aasias siirutab *Dermacentor nutalli* lestalist tähnilist tüüfust, Kesk-Aasias leiduv *Ornithodoros papillipes* kannab üle lestalist taastuvat tüüfust e. spirohetoosi. Krimmis ja Kaukaasias leviv *Rhipicephalus sanguineus* siirutab tähnilist soetõbe ja viiruslikku marutaudi.

Stepivööndis leviv *Dermacentor marginatus* ja metsavööndi lõunaosas esinev *Dermacentor pictus* siirutavad tulareemiat.

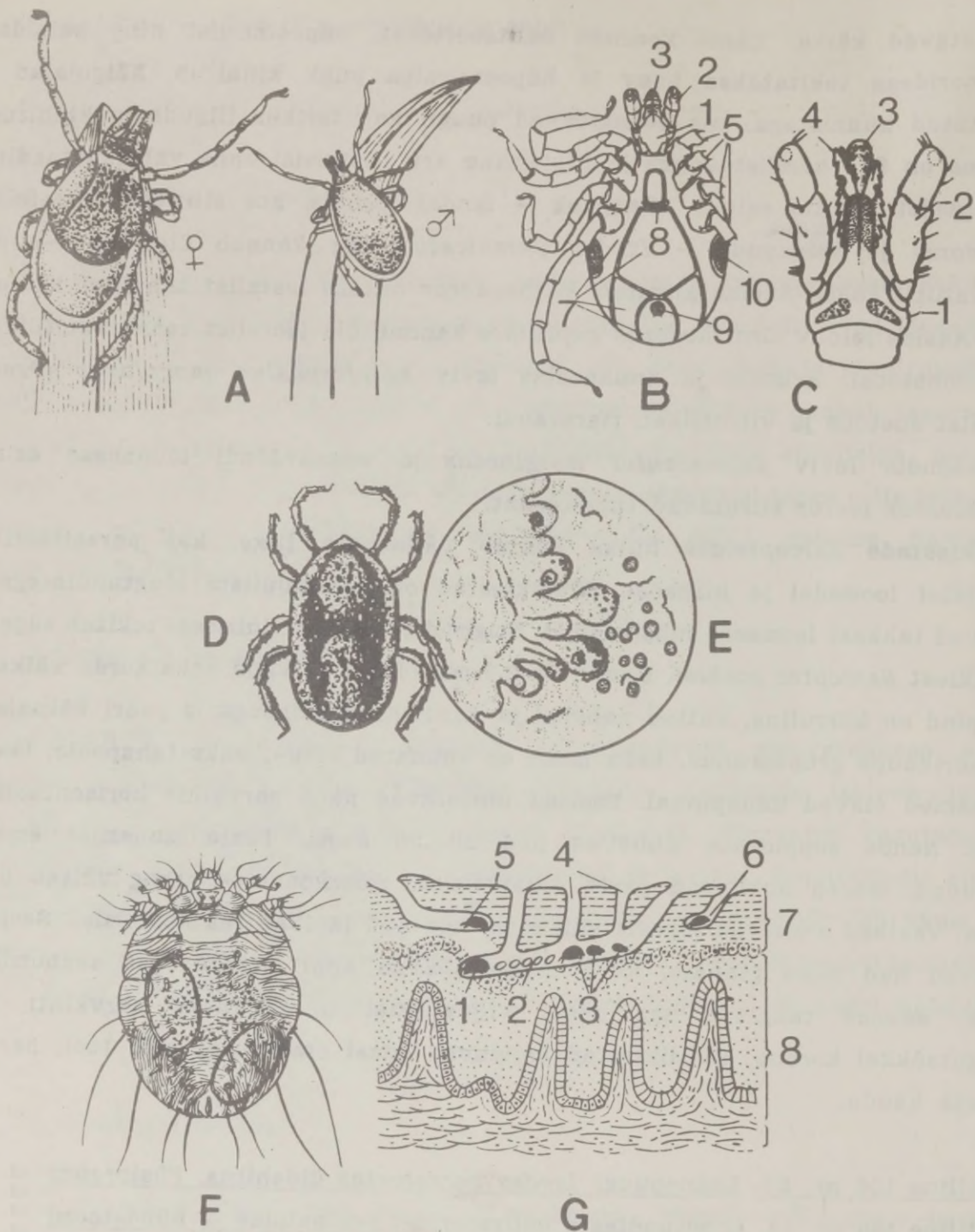
Süüdiklestade *Sarcoptes* hulka kuulub väike arv liike, kes parasiteerivad imetajatel loomadel ja inimesel. Süüdiklestad on sõrakujuliste lõugtundlatega ja toituvad tahkest loomsest substraadist. Stigmad puuduvad. Inimesel tekitab sügellist süüdiklest *Sarcoptes scabiei*. Emale on 0,3 mm pikkune, isane kaks korda väiksem. Kehapind on kurruline, katted nahkjad ja varustatud kidadega. 4 paari käimajalgu on paarikaupa grupeerunud, kaks paari on suunatud ette-, kaks tahapoole. Isased ja vastsed elavad nahapinnal. Emased uuristavad naha sarvkihis horisontaalseid käike. Nende soppidesse munevad nad 20...30 muna. Peale munemist emased hukuvad. Isased hukuvad peale viljastamist. Embrüonaalne areng vältab 5-10 päeva. Vastsed arenevad algselt käikudes, kus nad läbivad rea kestumisi. Seejärel väljuvad nad naha pinnale, kuhu isased jäävad kuni suguküpsuse saabumiseni elama, emased tungivad aga peale viljastumist uuesti naha sarvkihti, kus arengutsüklitel kordub. Süüdiklestad kanduvad edasi otsese kontakti teel, harvem esemete kaudu.

Praktiline töö nr. 63. Laanepuugi *Ixodes persulcatus* üldehitus. Püsipreparaat.

Praktiline töö nr. 64. Lõugtundlaste helitseeride, pedipalpide ja hüpostoomi ehitus. Püsipreparaat.

Praktiline töö nr. 65. Süüdiklesta *Sarcoptes scabiei* üldehitus. Püsipreparaat.





**Joonis 68. Lestalisid.**

A - võsapuugid (*Ixodes ricinus*) varitsemisasendis.

B - puuklase ehitus, isane kõhu poolelt.

1 - suiste ("peakese") alus; 2 - kobijad; 3 - hüpostoom (kinnitusorgan); 5 - jalad; 7 - alaküljekilbid; 8 - suguava; 9 - päarak; 10 - hingeavad.

C - puuklase suised selja poolelt.

1 - "peakese" alus (suised); 2 - kobijad; 3 - hüpostoom; 4 - lõugtundlad.

D - äärispuuk *Ornithodoros papillipes* (suurendus 25x).

E - lestalise taastuva tüüfuse spiroheedid äärispuugi soolevalendikus ja sooleepiteeli rakkudes mikroskoobi tugeva suurenduse juures.

F - süüdiklest (*Sarcoptes scabiei*), emane (suurendus 130x).

G - süüdiklesta käikude asetuse skeem nahas.

1 - emane emakäigu otsas; 2 - munad; 3 - vastsed ja nümfid; 4 - ventilatsioonivad; 5 - viljastatud teleonümf (tulevane emane lest), nakkuse levitaja; 6 - isane; 7 - naha sarvkiht; 8 - naha elusad rakukihid.

### 3. *SUBPHYLUM: Tracheata* – TRAHHEELOOMAD.

Alamhõlmkonda kuuluvad valdavalt maismaal elavad lüljalgsed, kellede kehal eristuvad pea, rindmik ja tagakeha. Peas on üks paar tundlaid ja kolm paari suiseid. Jalad ei harune. Hingamine toimub trahheedega. Seedeelunditest puudub maks. Erituseelunditeks on Malphigi sooned. Biokeemilised ainevahetusreaktsioonid ja füsioloogia on suunatud vee ökonoomsusele. Lisaks sellele sisaldavad kehakatted vaha ja rasvataolisi aineid, mis kaitsevad organismi liigse veekaotuse eest.

#### 1. *Classis: Insecta* – putukad.

Loomariigi kõige arvukam klass, eri liike umbes 900 000. Eestis 15 000.

##### Välisehitus.

Keha (joon. 69) jaguneb kolmeks osaks: pea, rindmik ja tagakeha, neid katab kitiinkest. Peas asuvad meeleeelundid – 1 paar liitsilmi ja 2 või 3 liitsilma; üks paar tundlaid, milledele paiknevad kompimiskarvakesed, maitsmis- ja haistmiselundid ning skolopiidid. Viimased registreerivad keskkonnas toimuvaid võnkeid. Meeleeelundid esinevad ka üle kogu keha, näiteks jalgadel, tiibadel jne. Peas asub ka 3 paari suiseid toidu haaramiseks. Suised jagunevad talitluse alusel 4 põhitüüpi:

1. **Haukamissuised**, mis esinevad tahket toitu söövatel putukatel. Haukamissuiste ülalõuad on tugevad ja harilikult kolmnurksed ning nad on kohastunud toidu peenendamiseks. Esinevad mardikalistel ja sihktiivalistel.
2. **Pistmissuised**, mis puhul lõuad esinevad teravate pisteharjastena ja torgatakse taime- või looma kudedesse ning mis on kohastunud koemahladest toitumiseks. Esinevad kirbulistel ja sääselistel.
3. **Libamissuised**, mis esinevad vedelast ja tahkest toidust toituvatel putukatel. Alahuul ja alalõuad moodustavad pika imikärsa, mis talitleb toidu vastuvõtjana sügavatest kitsastest avadest.
4. **Imemissuised**, kus alalõuad moodustavad imilondi, kuna teised suiste osad taandarenevad. Imilondi abil saab imeda ainult vedelat toitu. Esineb liblikalistel.

Rindmik koosneb kolmest lülist ja igale lülile kinnitub üks paar jalgu. Jalad ei hargne ning jalaosad on alates keha poolt – puus, põõrel, reis, säärel ja käpp. Seoses kohastumustega eri elukeskkondadele ja erinevate liikumisviisidega võib jalgade ehitus ja talitus tugevasti varieeruda. Eristatakse jooksu-, hüppe-, kaeve-, rööv- ja kobijalgu. Rindmikule kinnitub enamusel putukatest ka kaks paari tiibu. Reeglina on lennutiivad kilejad ja liigiomase soonistusega. Kattetiivad on



nahkjad või sarvjad. Lennulihased asuvad samuti rindmiku osas. Mõnedel parasitidel on tiivad evolutsiooni käigus taandarenenud (täid, kirbud).

Tagakeha koosneb reast lülidest ja on kõrgelt arenenud vormidel jäsemeteta. Alamatel putukatel on tagakeha lülidel jätked, mis funktsioneerivad kas meele- või haardeelunditena. Tagakehas asub peamine osa siseelunditest.

**Hingamine.** Hingamiselunditeks on trahheed (joon. 69, 70). Keha külgedel võib olla kuni 10 paari hingeavasid e. stigmasid. Läbi hingeava eeskambri läheb õhk trahheede süsteemi, mis levib üle keha. Õhu liikumine ja gaasivahetus tagatakse difusiooni teel (väiksemad vormid) või hingamisliigutuste abil, st. kerelihaste kokkutõmbe ja lõtvumisega. Viimane on omane ka suurematele vormidele. Vees, pinnases ja kudedes elavad isendid hingavad läbi katete.

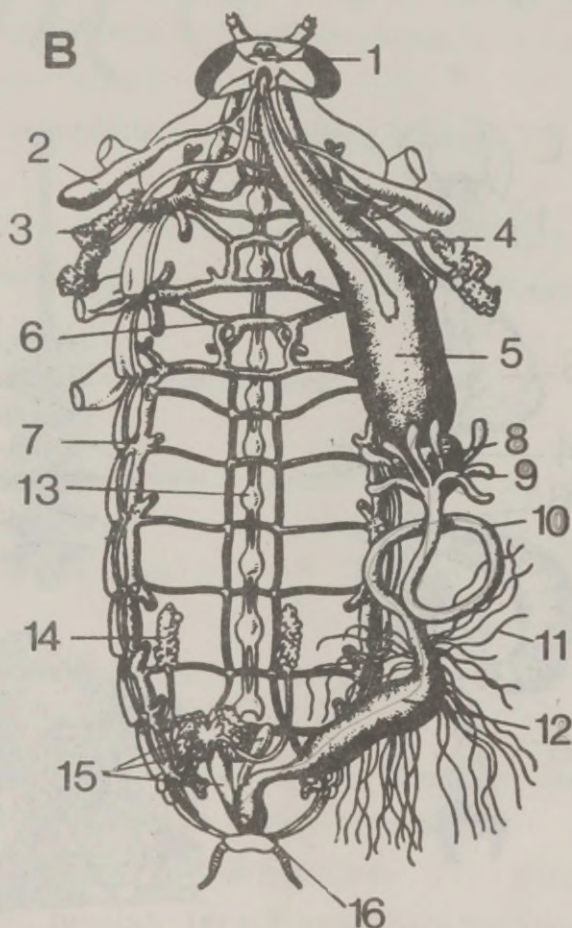
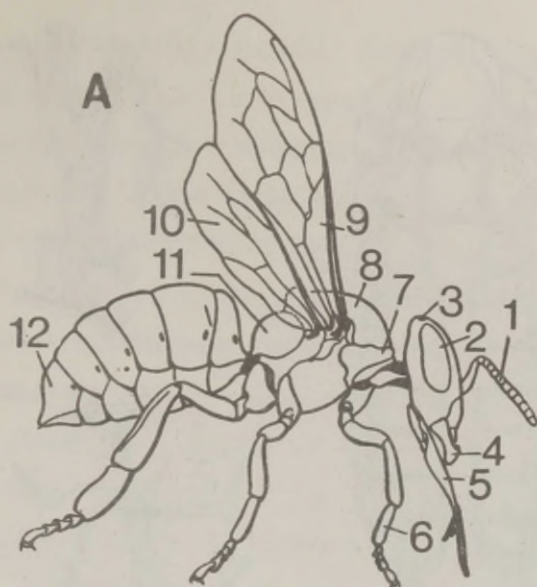
**Seedimine.** Seedeelundkond (joon. 69, 70) koosneb suuõõnest, neelust, söögitorust, mille tagumine osa laieneb puguks; eesmaost või eessoolest, kesksooldest, tagasooldest ning pärakust. Suuõõnde nõristub süljenäärmete nõre. Söögitoru esineb pika kitsa toruna. Pugu on toidumahu jaoks või tagasirõhitsetava toidu ümbertöötlemise kohaks (mesilased, sipelgad). Eesmao funktsiooniks on toidu mehhaaniline peenestamine kitiinhammaste abil. Kesksooles toimub seedimine ja toitainete imendumine, tagasooles vee imendumine. Sooltoru pikkus sõltub tarbitava toidu iseloomust, taimtoidulistel putukatel on see tunduvalt pikem võrreldes loomtoiduliste putukatega. Toitainete ja ainevahetusproduktide transpordil osaleb ka vereringeelundkond. Hemolümf gaaside transpordil ei osale. Vereringe on avatud. Tagumisest otsast suletud paljukambriline süda saab hemolümfi ostiate kaudu kehaõõnest ja pumpab selle aorti, mis avaneb peapiirkonna mikrotsöoli urgetesse (ld.k. 'sinus').

**Eritamine.** Kesk- ja tagasoole ühinemiskohta avanevad Malphigi sooned kujutavad endast kehaõõnes asuvaid umbseid torujaid soolтору väljakasve. Malphigi soonte arv varieerub – 2...150. Ainevahetuse lahustuvad jääkproduktid absorbeeritakse Malphigi soonte seinterakkude poolt, viiakse üle kusihaape kristallideks ja väljutatakse tagasoolde. Niiskes keskkonnas elavatel putukatel talitlevad Malphigi sooned osmoregulaatorina, viies välja üleliigse vee.

**Närvisüsteem.** Esineb neelupealne närvirakkude kogumik ja kõhtmine närvikett. Peaaju on diferentseerunud kolmeks osaks: ees-, kesk- ja tagaajuks. Eesaju innerveerib nägemiselundeid, keskaju tundlaid ja tagaaju ülahuult ning soolтору. Kõhtmine närvikett koosneb neelualusest tängust ja rindmiku ning tagakeha tänkudest. Sageli on kõhtmise närviketi naabertängud teineteisele lähenenud või täielikult liitunud.

**Sigimine.** Putukad on lahsugulised ja sageli esineb neil suguline dimorfism. Näiteks





**Joonis 69. Putukate ehitus.**

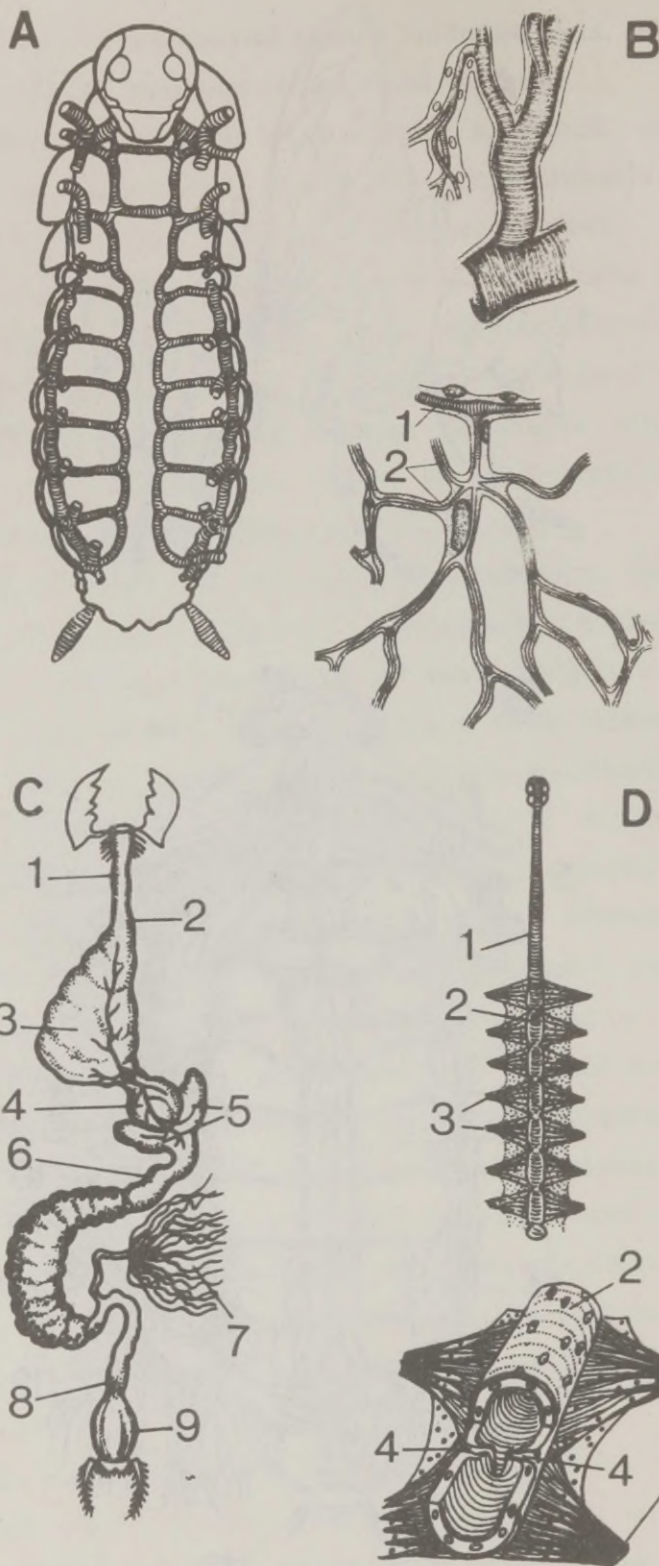
**A - mesilase (*Apis mellifera*) välisehitus.**

1 - tunnel; 2 - liitsilm; 3 - liitsilm; 4 - alalõuad; 5 - suised; 6 - esimese paari jalg; 7 - eesrindmik; 8 - rindmik; 9 - esitiib; 10 - tagatiib; 11 - rindmiku viimane kitiinplaadike (seljalooge e. tergiit); 12 - tagakeha viimane (seitsmes) segment.

**B - tarakani (*Blatta orientalis*) siseehitus (vaade selja poolt).**

1 - pea; 2 - süljenäärme reservuaar; 3 - süljenäärre; 4 - sümpaatiline närvisüsteem; 5 - pugu; 6, 7 - trahheede süsteem; 8 - kitiinhammastega eesmagu; 9 - kesksoole pülvorilised jätked (lukuti jätkud); 10 - kesksool; 11 - Malpighi sooned; 12 - tagasool; 13 - kõhtmine närvikett; 14 - seemnesarjad; 15 - suguelundkonna abinäärmed; 16 - pärak.





**Joonis 70.** Putukate erinevate elundkondade ehitus.

A - tarakani trahheetiivad; *harud*

B - trahheesüsteemi detailid: 1 - trahhee; 2 - trahheool;

C - kilgi seedekulga:

1 - neel; 2 - söögitoru; 3 - pugu; 4 - magu; 5 - kesksooli lukutijätked;

6 - kesksool; 7 - Malpighi sooned; 8 - tagasool; 9 - pärasool.

D - putuka ringeelundid pealtvaates (ülemine joonis) ja läbilõikes (alumine joonis):

1 - aort; 2 - seljasoon (süda); 3 - tiiblihased (tagavad hemolümfi voolu südamesse); 4 - suistikud (ostiad e. avad).

isased on väiksemad ja värvikirevamad. Sigivad ainult sugulisel teel. Osadele liikidele on sigimisel iseloomulik partenogenees - areng viljastamata munarakust; pedogenees - vastses hakkavad viljastamata munarakkudest arenema uued vastsed; polüembrüonite esinemine - viljastatud munarakk jaguneb reaks osadeks, milledest igaüks annab alguse uuele isendile. Munad on reburikkad. *järglasku arendust suurenenud kiiruse*  
Areng. Toimub kahe põhivormina. Vaegmoonde korral sarnaneb vastne põhijoontes adultse isendiga, kuid sugunäärmed pole arenenud, keha on väiksem ja kehaosade proportsioonid on erinevad. Täismoondel on vastsed selgelt erinevad valmikutest, sageli usjad. Tiivad puuduvad, silmad on lihtsilmad, erinevusi on ka suiste ja ja jalgade ehituses, seoses toitumisviisi ja elupaiga iseärasustega. Edasine areng toimub üle nukustaadiumi. Nukustaadiumis toimub lüsosomaalne histolüüs ja hiljem valmiku kudede uus formeerumine. Moonde regulatsioon toimub hormoonide abil. Arengule avaldavad mõju: temperatuur, niiskus, tolt ja õhurõhk. Sageli esineb lõimetishoole, mille kõrgeim vorm avaldub ühiselulistel putukatel.

#### **Süstemaatika ja esindajate meditsiiniline tähtsus.**

Arvestades putukate liigirohkust, ei ole neid käsitlev süsteem veel lõplikult välja kujunenud. Tavaliselt jagatakse klass kaheks infraklassiks ja reaks seltsideks.

#### **Infraclassis: Apteriygota - ürgtiivutud.**

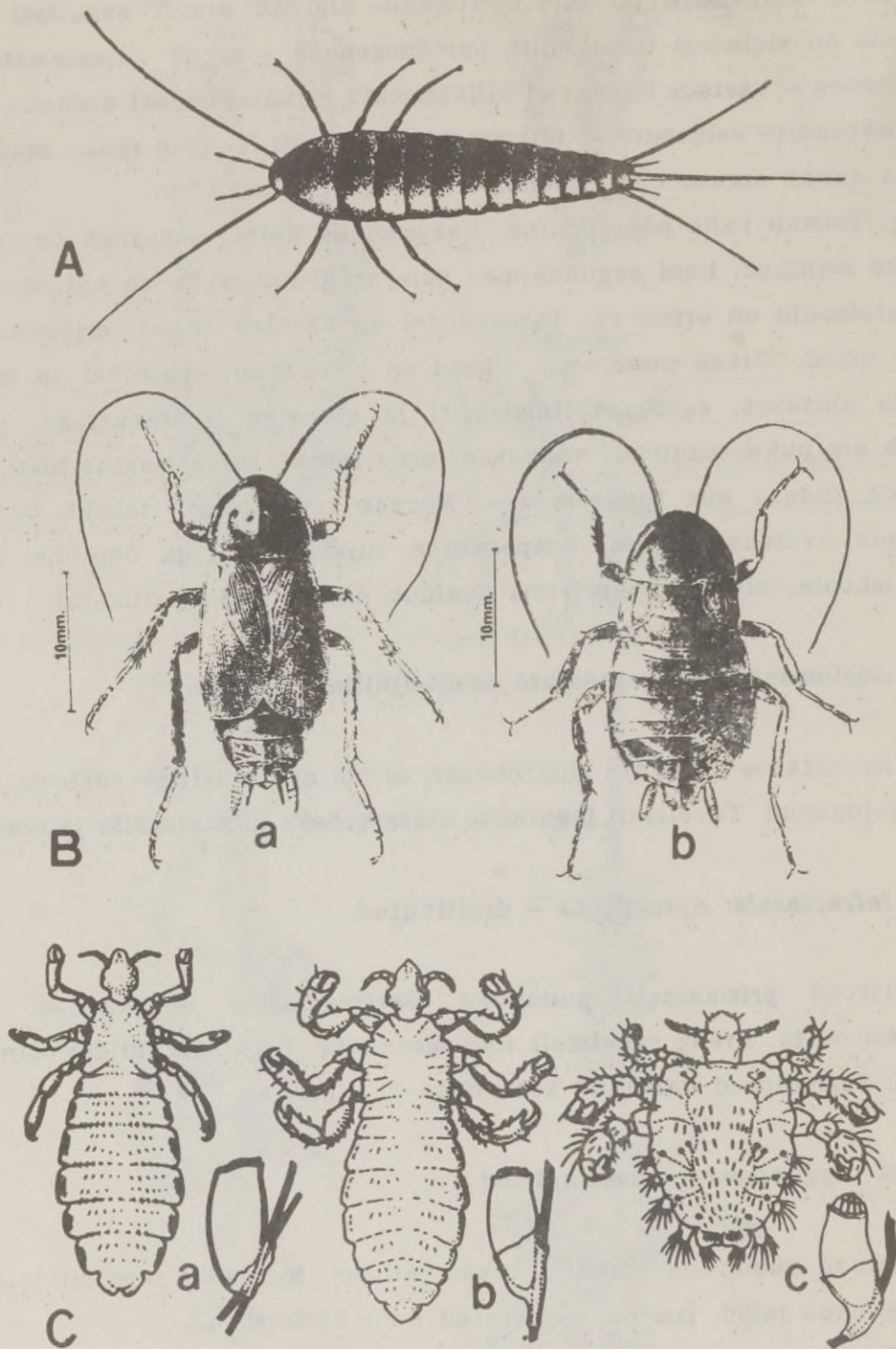
Tiivad primaarselt puuduvad. Seemendamine on kaudne, ilma otsese kopulatsioonita. Areng tavaliselt ilma moonmeta. Tagakeha lülidel esineb jäsemelisi jätkeid. Suguküpsed valmikud kestuvad.

#### **O.: Zygentoma - soomukalised.**

Tiivad puuduvad. Tundrad pikad, niitjad. Rindmiku segmentidele kinnituvad hästiarenenud jalad, mis on varustatud kahe küünisega.

Majasoomukas - *Lepisma saccharina* (joon. 71). Keha katavad hõbedased soomused, ees 2 harjasjat tundlat, taga 3 sabaniiti. Tavaline niisketes ruumides, kus toitub orgaanilistest ainetest. Kahjustab toiduaineid ja riidet.





**Joonis 71. Putukaid.**

A - majasoomukas (*Lepisma saccharina*).

B - tarakan (*Blatta orientalis*), a - isane; b - emane.

C - täid ja nende munad (tingud):

a - peatäi (*Pediculus humanus capitis*);

b - riidetäi (*Pediculus humanus vestimenti*);

c - satikas (*Phthirus pubis*).

***Infraclassis: Pterygota* – tiibputukad.**

Kesk- ja tagarindmikule kinnituvad tiivad. Valmikute tagakeha lülidel puuduvad jäsemed. Seemendamine on sisemine. Areng moondega. Valmikud ei kestu.

***Sectio: Hemimetabola* – vaegmoondega putukad.**

Areng peale munakestadest väljumist toimub ilma nukustaadiumita. Munast koorunud vastse keha ja jäsemete lülistus on samasugune kui valmikulgi.

***O.: Blattodea* – prussakalised.**

*dictyoptera*

Ligikaudu 3500 liiki, Eestis esineb 2 liiki metsakõdus ja 2 hoonetes. On sooja- ja pimedalembesed. Keha lapik ja pehme. Eesrindmik suurenenud ja eesselg katab pead ülalt. Iseloomulik on 2 paari tiibade olemasolu: nahksed kattetiivad ja kilejad lennutiivad. Munad arenevad kookonis, mida emasloom kannab endaga keha tagatipul kaasas. On öise aktiivsusega. Esindajad: tarakan – *Blatta orientalis* (joon. 71), prussakas – *Blatella germanica*.

***O.: Orthoptera* – sihktiivalised.**

*Saltatoria*

Umbes 20 000 liiki, Eestis umbes 40 liiki. Nende keha on kitsas ja 1–7 cm pikk. 3. jalapaar on arenenud hüppejalgadeks. Nahkjad eestiivad on kitsad ja sihvakad ning katavad õrnemaid tagatiibu, mis on lehvikjad ja laiad. Suised on haukamistüüpi. Eesjalgades ja tagakehas asuvad kuulmiselundid. Siristamine on liigispetsiifiline ning tekitatakse jalgade hõõrumisega vastu tiibu (tirtsud) või tiibade üksteise vastu hõõrumisega (ritsikad). Esindajad: harilik lauluritsikas – *Tettigonia cantans*, toakilk – *Gryllus domesticus*; kaerasori – *Gryllotalpa gryllotalpa*; rändtirts – *Locusta migratoria*.

(sub)

***O.: Anoplura* – tällised.**

(o)

*phthiraptera*

Ligikaudu 300 liiki, Eestis umbes 20. Lame kahvatu keha on lülistumata rindmikuga. Tiivad on sekundaarselt taandarenenud ja puuduvad alati. Reeglina puuduvad ka silmad. Jalad on suhteliselt suured võrrelduna kehamõõtmega ja varustatud küünistega. Suised on sõltuvalt toidust kas pistmis- või imemistüüpi.



Seltsi kuuluvad imetajate ja lindude obligatoorsed, verd imevad väliparasitid. Munad (tingud) kleebitakse karvade külge. Arengu vältel toimub kolm kestumist, sigimine on pidev. Kogu arengutsükkel toimub peremehel.

Esindajad: peatai - *Pediculus humanus capitis*, riidetäi - *Pediculus humanus vestimenti*, satikas - *Phthirus pubis* (joon. 71).

O.: *Heteroptera* - lutikallised. *Hemiptera*

Umbes 40 000 liiki, Eestis esineb ligikaudu 500. Keha lame. Eestilivad on poolkattetiilbadeks, mille kannaosa sarvjas või nahkjas, tipuosa aga kilejas. Tagatiivad kilejad, parasitsetel liikidel tiivad puuduvad. Tundlad lühikesed, 3-5 lülilised. Suised on pisturis-imemistüüpi ning moodustavad 4-lülilise noka. Lutikalõhn on eriliste viinapärmete eritis. Lutikad on kas röövloomad, segatoidulised, talmtoidulised või parasitid. Esindajad: selgsõudur - *Notonecta glauca*, kartulilutikas - *Lygocoris pabulinus* ja voodilutikas - *Cimex lectularius* (joon. 73).

O.: *Homoptera* (sarnastüvalised)

O.: *Odonata* - killilised.

Teadu on üle 4500 liiki, Eestis 55 liiki. Killid on sihvakate võrkjate tiilbadega ja saleda tagakehaga putukad. Mõlemad tiivapaarid kilejad ja tiibu ei saa kokku voltida. Pea on kehast hästi eristatav, suurema osa sellest moodustavad silmad. Valmikutel on haukamissuised. Vastsel on alahuul muutunud väljasirutatavaks püünismaskiks. Nii valmikud kui ka vastsed on röövtoidulised. Vastsed elavad veekogudes, valmikud nende lähedal. Esindajad: harilik vesineitsik - *Calopteryx virgo*, pruun tondihobu - *Aeschna grandis*.

## SEKTSIO KOLOMELABOLO

Sektsiooni kuuluvad putukad, kelle arengus esineb nukustaadium. Vastsed ei sarnane väliselt valmikutele. Erinevused ilmnevad keha ja jalgade lülistuses ning suiste ja silmade ehituses.

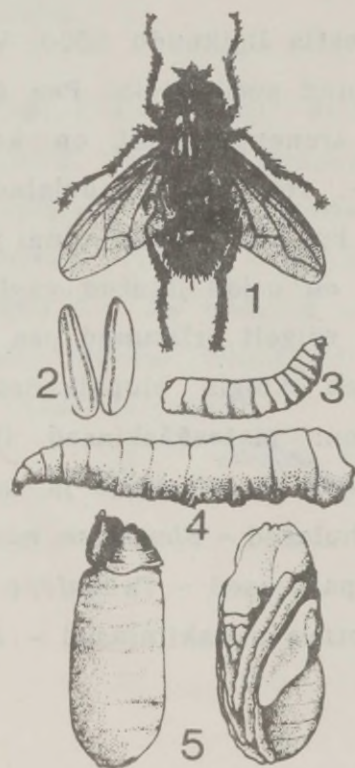
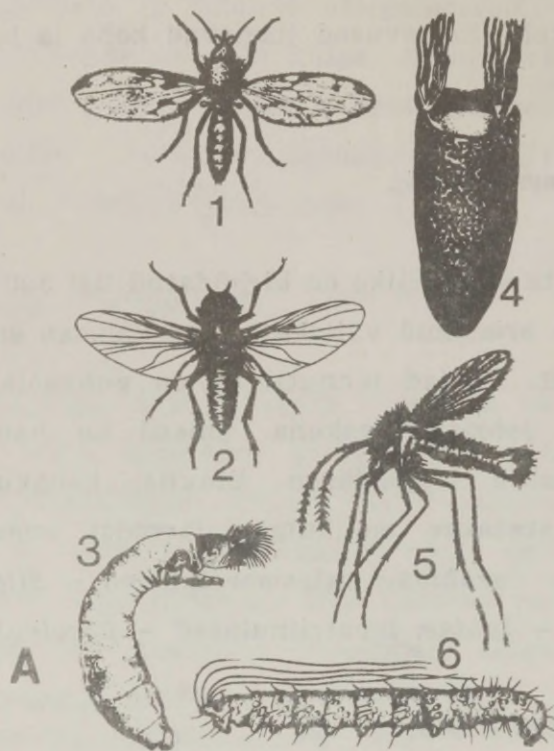
O.: *Coleoptera* - mardikalised.

Liigirikkaim putukate selts, liike on kirjeldatud ligi 300 000, Eestis ligikaudu 3000. Mardikatel on hästi arenenud väliskate, mis kujutab endast tugevat sarvjat või nahkjat kitiinkoorikut. Kilejad lennutiivad on puhkeolekus kattetiibade all. Kattetiivad katavad ka pehmet tagakeha. Suised on haukamistüüpi. Arengus eristatakse tavaliselt kolme vastsejärku. Eluviis, kehakuju ja toitumine on varieeruvad. Seltsis eristatakse muuhulgas järgmisi sugukondi: ujurlased - *Dytiscidae*; jooksiklased - *Carabidae*; raisamardiklased - *Silphidae*; põrniklased - *Scarabaeidae*; üraseklased - *Ipidae*; lepatriinulased - *Coccinellidae*.

O.: *Diptera* - kahetiivalised.

Liike on üle 115 000, Eestis ligikaudu 5000. Valmikutel on säilinud vaid eestiivad, tagatiivad on muutunud sumistiteks. Pea ühineb rindmikuga liikuvalt sidevarrekese abil. Rindmiku arenenuim lüli on keskrindmik, kus paiknevad lennulihased. Jalad on käigu-, roni- või röövjalad. Küniste all paiknevad taaklemispadjandid võimaldavad kulgeda siledal pinnal ja talitlevad osadel juhtudel ka maitsmiselunditena. Vastsed on usjad jalutud vaglad, kõrgema arenguastmega kahetiivaliste vastsetel puudub selgelt eristunud pea ja on arenenud sooleväline seedimine. Kahetiivalisi elutseb kõigis elupaikades kõigil mandritel. Seltsi tähtsamateks sugukondadeks on: pistesääsklased (joon. 72, 73) - *Culicidae*, esinõdajad hallisääsk - *Anopheles maculipennis* ja laulusääsk - *Culex pipiens*; surusääsklased - *Hironomidae*; kihulased - *Simuliidae*; moskiitolased - *Phlebotomidae*, esindaja *Phlebotomus papatasi*, parmlased - *Tabanidae*; päriskärblased - *Muscidae*, esindaja-toakärbes *Musca domestica*; nahakiinlased - *Hypodermatidae*.





**Joonis 72. Kahjulikke putukaid.**

**A - verdimevaid sääsklasi:**

- 1 - habesääsk (*Culicoides nuberulosus*);
- 2 - kihulane (*Eusimulium latiper*);
- 3, 4 - kihulase vastne ja nukk;
- 5 - moskiito (*Phlebotomus papatasi*);
- 6 - moskiito vastne.

**B - toakärbes (*Musca domestica*)**

- 1 - valmik; 2 - munad; 3 - esimese kasvujärgu vagel (vastne); 4 - täiskasvanud vagel; 5 - nukk.

**O.: Hymenoptera – kiletiivalised.**

Liike ligikaudu 105 000, Eestis 5000 piires. Enamikul kiletiivaliste valmikutel on kaks paari hõredasoonelisi kilejaid tiibu, kusjuures eestiivad on tagatiibadest pikemad. Leidub ka tiivutuid. Tagakeha esimene lüli liitub liikuvalt rindmikuga. Suised on haukamis- või libamistüüpi. Vastsed on usjad, enamasti silmadeta ja jalgadeta. Valmikud toituvad nektarist, õietolmust, vähesed tarbivad ka loomset toitu. Seltsi kuulub rida ühiselulisi putukaliike, kelledele on iseloomulik isendite polümorfism, tööjaotus, lõimetishoole, kollektiivne kaitse ja toiduhange. Seltsi kuuluvad sugukonnad: herilased – *Vespidae*, mesilased – *Apidae*, sipelglased – *Formicidae*. Perekond *Formica* mitmed liigid on süstik-kakssuulase (*Dicrocoellum lanceatum*) vaheperemeheks.

**O.: Lepidoptera – liblikalised.**

Ligikaudu 120 000 liiki, Eestis leidub ligi 1900. Keha ja tiibu katavad soomused, mis kujutavad endast muutunud karvu ja millede struktuurist sõltub värvus. Tiibu on 2 paari ja lennul ühenduvad tiivad erilaadsete harjaste abil üheks pinnaks. Suised esinevad pika spiraalselt keerduva imilondina, millega saab imeda ainult vedelaid toitaineid. Liblikate valmikud on lühiealised, imevad nektarit või ei toitu üldse. Liblikate vastsetel, röövikutel on kolm paari jalgu rindmikul ja 2–5 paari ebajalgu tagakehal. Seltsi kuuluvaid sugukondi: ratsuliblikesed – *Papilionidae*; surulased – *Sphingidae*; öölased – *Noctuidae*; koillised – *Tineidae*.

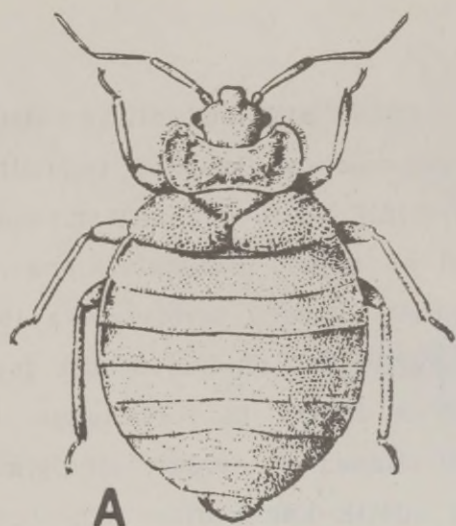
**O.: Siphonaptera – kirbullised.**

*Aphaniptera*

Teadu on üle 1500 liigi, neist Eestis esineb ligikaudu 50. Keha on külgedelt lapik ja kitsas. Tiivad puuduvad. Esineb üks paar lihtsilmi. Tagajalad on arenenud hüppejalgadeks. Suised on pistmistüüpi. Verd imevad valmikud parasiteerivad imetajail ja lindudel ning on kohastunud kilrele liikumisele karvastikus ja sulgedes. Toitumine on perioodiline, toimub spetsialiseerumine kindlale peremeesliigile.

Esindajad: inimesekirp – *Pulex irritans* (Joon. 73), rotikirp – *Xenopsylla cheopis*, koerakirp – *Ctenocephalides canis*.

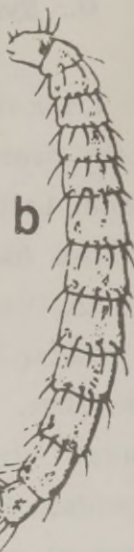




A



a



b



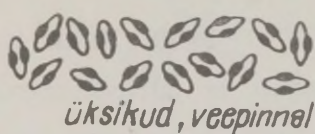
B

C

Hallasääsk  
(Anopheles)

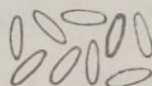
Metsasääsk  
(Aedes)

Laulusääsk  
(Culex)

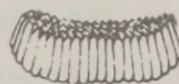


üksikud, veepinnal

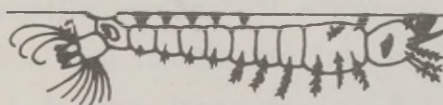
Munad



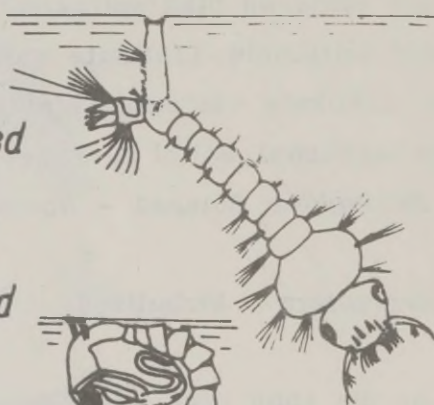
üksikud, kuiv-  
val substraadil



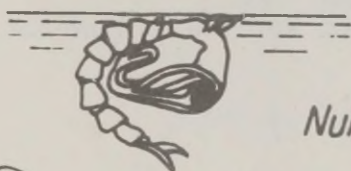
kogumid, vee-  
pinnal



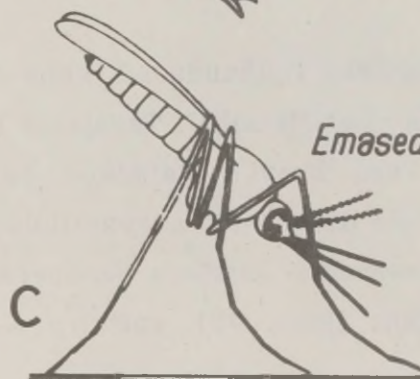
Vastsed



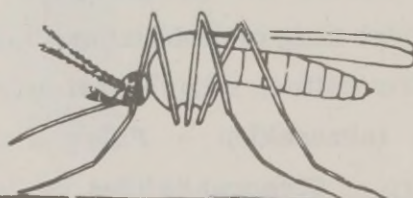
Nukud



Emased valmikud



C



Joonis 73. Verdimevaid putukaid.

A - voodilutikas (*Cimex lectularius*);

B - inimesekirp (*Pulex irritans*),

a - valmik; b - vastne; c - nukk;

c - hallsääse (*Anopheles*), metsasääse (*Aedes*) ja laulusääse (*Culex*) erinevused.

Praktiline töö nr. 66. Peatäi *Pediculus humanus capitis* üldehitus ja tingud.  
Püsipreparaadid.

Praktiline töö nr. 67. Satika *Phthirus pubis* üldehitus. Püsipreparaat. Tabel.

Praktiline töö nr. 68. Kirbu *Pulex irritans* üldehitus. Püsipreparaat.

Praktiline töö nr. 69. Voodilutika *Cimex lectularius* üldehitus. Püsipreparaat.

Praktiline töö nr. 70. Laulusääse *Culex pipiens* üldehitus, munade, vastsete ja sulste ehitus. Püsipreparaadid.

Praktiline töö nr. 71. Hallasääse *Anopheles maculipennis* munade, vastsete ja sulste ehitus. Püsipreparaadid.



Tabel 1

## PEAMISTE PARASITPUTUKATE LÄLISELOOMUSTUS.

Selts ja esindaja	Pikkus (mm)	Areng päeva-des sugu-küpsuse saabumiseni	Viljakus (muna)	Valmiku eluiga kuudes	Siirutatavad haigused
<i>O.: Blattodea-</i> prussakalised <i>Blatella germanica</i>	10-13	22° C 175-220 päeva	45-160	8	Bakteriaalne düsen-teeria, piugussi, lai-ussi ja naaskelsaba munad
<i>Blatta orientalis</i>	18-30	27° C 110-140 p.	?	30-60	Piugussi ja naaskelsaba munad
<i>O.: Anoplura-</i> täilised <i>Phthirus pubis</i>	1-1,5	36° C 5-8 p.	50	2	-
<i>Pediculus hu-</i> <i>manus capitis</i>	2,4-4,0	36° C 4-8 p.	140	2	Tähniline ja taastuv soetõbi (kõõp) (kõõp)
<i>Pediculus humanus vesti-</i> <i>menti</i>	2,5-4,6	36° C 4-8 p.	250-300	2	Tähniline ja taastuv soetõbi (kõõp) (kõõp)
<i>O.: Heteroptera-</i> lutikalised <i>Cimex lectu-</i> <i>larius</i>	4,8-8,4	25° C 26-28 p.	200-250	14	-
<i>O.: Siphon-</i> <i>aptera-</i> kibulised <i>Pulex irritans</i>	1,5-4	19-453 p.	400-450	17-30	Muhkkatk, siberi katk, erüsiipel
<i>O.: Diptera-</i> kahetiivalised <i>Anopheles maculipennis</i>	6-8	20-22° C 18-20 p.	450-500	1,5	Malaaria, tulareemia, viiruseline kollapala-vik, entsefalomüeliit
<i>Culex pipiens</i>	3-5	26° C 15-17 p.	150-300	Talvi-tumise-ga 10	Tulareemia, entsefaliidi eri vormid
<i>Musca domestica</i>	5,8-7,5	20-35° C 10-26 p.	600-2000	1,5	Kõhutühfus, paratühfus, düsenteeria, tuberku-loos, helmentide munad

## 7. PHYLUM: Chordata – KEELIKLOOMAD.

Keelikloomade ühisteks tunnusteks on:

- 1) sisetoes seljakeeliku näol vähemalt looteas;
- 2) torujas kesknärvisüsteem seljakeelikust selgmiselt;
- 3) sulatud vereringe ja süda (kui on) seljakeelikust kõhtmiselt;
- 4) hingamiselundkonna moodustumine seedeelundkonna eesotsast;
- 5) pärisnahk ehk koorium;
- 6) loote ürgsuu ehk blastopoori kujunemine pärakuks ja suuava teisene teke;
- 7) tõeline ehk teisene kehaõõs – tsöloom.

### 1. SUBPHYLUM: Acrania – KOLJUTUD.

Euroopa süstikkala (*Branchiostoma lanceolatum*).

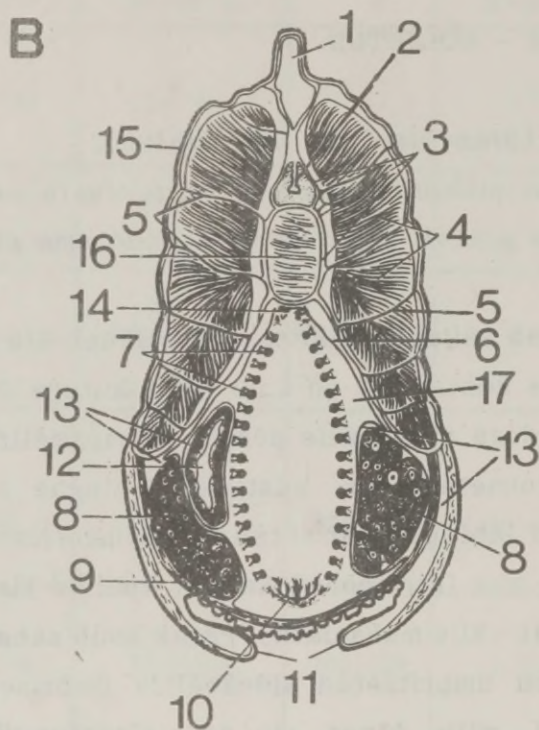
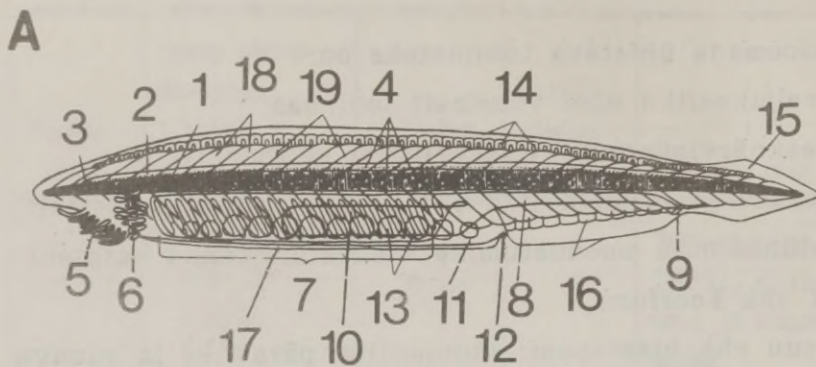
Süstikkala on 5–8 cm pikkune, elab Vahemere, Musta mere ja Atlandi ookeani rannavetes liivase põhjaga aladel. Nime on ta saanud oma süstikja kuju järgi (Joon. 74).

Piki süstikkala kulgeb seljauim, mis tagaosas läheb üle sabauimeks, mille ees paiknevad küljekurrud. Ees kõhtmiselt on suur väädikutega ümbritsetud suulehter. Suust algab pikk lõpuspiludega neel, mille põhjas on ripsmeline vagu toiduosakeste kinnipüüdmiseks ja edasitoimetamiseks. Süstikkala hingab neelu seintes olevate lõpuspiludega. Lõpuspilusid läbinud vesi satub neelu ümbritsevasse atriaalõõnde ja väljul kõhuuime ees oleva ava (atriopoori) kaudu. Neelule järgneb sirge sool, mille algusest sopistub kõhtmiselt välja maksajätke. Pärak asub sabauime ees. Seadekulgla peal on seljakeelik, mis on ümbritsetud sidekoelise ümbrisega. Seljakeeliku peal paikneb peenike närvitoru, mille õõnes asuvad valgustundlikud rakud – "Hesse silmakesed".

Süstikkala on kaetud kahekihilise nahaga. Marrasknahas ehk epidermises asuvad üherakulised limanäärmed, marrasknaha all on sidekoeline pärisnahk ehk koorium. Lihased jaotuvad vaheseinte ehk müoseptide abil lihaskimpudeks ehk müomeerideks. Ühe külje müomeeri kohal asub teise külje müosept.

Süstikkala vereringe (Joon. 75) moodustavad pulseeriv kõhuaort, mis viib venoosse vere lõpuspilude vaheseintesse ja lõpusarteritest algavad seljaaordi juured, mis koondavad arteriaalse vere seljaaorti. Lõpuspiludest eespool lähevad seljaaordi juured üle unearteriteks. Seljaaordist hargnevad suur soolearter ja väiksemad arterid teistesse siseelunditesse. Venoosne veri koguneb keha tagaosest sabaveeni





**Joonis 74. Süstikkala ehitus.**

**A - pikilõige:**

1 - seljakeelik (korda); 2 - närvitoru; 3 - paaritu silm; 4 - Hesse silmakesed; 5 - väädikestega suulehter; 6 - puri; 7 - neel lõpuspiludega; 8 - sool; 9 - päarak; 10 - maksajätke; 11 - atriaälõõs; 12 - atriopoor; 13 - gonaadid; 14, 15, 16 - uimed; 17 - metapleuraalsed kurrud (küljekurrud); 18 - müomeerid; 19 - müoseptid.

**B - ristlõige neelupiirkonnast:**

1 - seljauime õõs; 2 - närvitoru keskel paikneva neurotsööluga; 3 - sidekoeline ümbris; 4 - müomeerid; 5 - müoseptid; 6 - subkordaalne tsöloom; 7 - lõpusta vaheseinad; 8 - gonaadid; 9 - kõhulihased; 10 - endostüül; 11 - küljekurrud; 12 - maksajätke; 13 - tsöloomi osad; 14 - lõpusepealne kurd; 15 - nahk; 16 - seljakeelik e. korda; 17 - atriaälõõs.

1 - kõhuaort; 2 - seljaaordi juured; 3 - unearterid; 4 - seljaaort;  
5 - soolearter; 6 - sabaarter; 7 - sabaveen; 8 - tagumised kardinaalveenid;  
9 - eesmised kardinaalveenid; 10 - Cuvier' juhad; 11 - maksa väratisüsteem;  
12 - maksaveen. (v. kirjandus)



ja külgedelt kardinaalveenidesse. Sabaveen ja sooleveen moodustavad maksa vārativeeni, mis hargneb kapillaarsüsteemiks – maksa vāratissüsteemiks. Eesmine ja tagumine kardinaalveen ühinevad kummaldi küljel Cuvier' juhaks. Need moodustavad koos maksast väljuva maksaveeniga kõhuaordi. Süda puudub.

Süstikkala kehaõõs on eraldatud arteriaaloõneks, selle külgedel asuvateks tsöloomikottideks ja küljekurdude sees olevaks tsöloomiks. Sugunäärmed asuvad paljude paaridena külgmises tsöloomis, sugurakud tungivad läbi seinale arteriaaloõnde ja viiakse veega atriopoori kaudu välja. Süstikkalad on lahsugulised loomad.

Süstikkala erituselundkond on lihtne. Paarilised metameersed neerutorukesed ehk nefriidid algavad tsöloomist ja avanevad igauks eraldi atriaaloõnde.

Süstikkalal on seega nii selgrootute kui selgroogsete tunnuseid, ilmselt olid ta eellased vahevormiks selgroogsete kujunemisel.

## 2. SUBPHYLUM: *Vertebrata* e. *Craniata* – SELGROOGSED.

### Süsteem.

1. Classis: *Cylostomata* – sõõrsuud *xiphosomae*

2. Classis: *Pisces* – kalad

Subcl: *Chondrichthyes* – kõhrkalad *xiphi*

Subcl: *Osteichthyes* – luukalad *nothobranchii*

Subcl: *Choanichthyes* – kosaankalad *glossogobius*

2. Classis: *Amphibia* – kahepaiksed *amphibia*

4. Classis: *Reptilia* – roomajad *reptilia*

5. Classis: *Aves* – linnud

6. Classis: *Mammalia* – imetajad *mammalia*

Subcl: *Prototheria* – ürgimetajad

Subcl: *Metatheria* – alamimetajad

Subcl: *Eutheria* – pärisimetajad

## Elundkondade iseloomustus.

### 1. Sisetoed.

Selgroogsed loomad kuuluvad keelikloomade hulka, neil kõigil on ka seljakeelik. Algsematel selgroogsetel, sõõrsuudel, säilib see kogu elu ning lisaks moodustuvad seljakeeliku kohale kõhrest kaared, mis toetavad seljauime ja kaitsevad seljaaju. Kõhrkaladel on lisaks kõhrest ülakaartele ka alakaared ning lõpuskaarest arenenud lõuad. Luukaladel on juba luustunud lülidest selgroog ja seljakeelikust on säilinud vaid lülid vahelised elastsed kettad. Kaladel esinevad ka paarilised jäsemed uimede sisetoese näol. Kere piirkonnas moodustavad selgroolülide alakaared ristjätkeid, millele kinnituvad roided.

Kõigil selgroogseil asub selgroo ees ajukolju, mis kaitseb peaju. Evolutsiooni käigus on ajukolju osatähtsus võrreldes näokoljuga (lõuad, keeleelund ja kuulmeluud) pidevalt suurenenud.

### 2. Katted.

Selgroogsete marrasknahk e. epidermis koosneb mitmest kihist. Pealmises kihis on surnud rakud, mis kaitsevad alumisi kihte. Epidermis moodustab sarvsoomuseid, sulgi, karvu, küüniseid jms. kaitse ja soojusisolatsiooni jaoks. Sõõrsuudel, kaladel ja vees elavatel kahepaiksetel on marrasknahas üherakulised limanäärmed.

Pärisknahk e. koorium sisaldab veresooni ja närvilõpmeid ning enamusel selgroogsetel (v.a. linnud) küllalt paks. Kõhrkaladel moodustab pärisknahk plakoidsoomuseid, luukaladel luust soomuseid. Pärisknahas asuvad ka pigmendirakud ja hulkraksed näärmed: maismaa-kahepaiksetel limanäärmed, imetajatel rasu- ja higinäärmed. Piimanäärmed on tekkinud higinäärmeist.

Alusknahk e. subkuutis esineb kahepaiksetel õhukeste ribadena, olles lihastele kinnitumiskohaks, lindudel paksu rasvakihi sooja hoidmiseks ja imetajatel elastse koheva sidekoe kihina, milles on ka rasvakogumikke, nii soojusisolatsiooni, toidutagavara kui vetruva kaitsepadja ülesannetes.

### 3. Seedeelundkond.

Sõõrsuudel lõuad puuduvad, suulehtri servade ja keelel asuvad sarvhambad. Keele all on süljenäärmed, mille nõre takistab vere hüübimist. Neel hargneb kaheks: ülemine kitsas on söögitoru ja alumine laiem veejuha. Söögitoru läheb üle sooleks, selle eesmine kõhtmine osa moodustab õõnsa maksa. Kõhunäärre puudub. Veejuha seintes on lõpuspilud, millest vesi pääseb lõpuskoostidesse. Seega on sõõrsuude



seedeelundkond sarnane süstikkala omale: seotud hingamisega ja lihtsa ehitusega.

**Kaladel** on hammastega kaetud lõuad. Hambad on enamikul ühesugused (homodontsed) ja vahetuvad pidevalt. Keel moodustub limaskestast kurrust, süljenäärmed puuduvad. Neelu seintes on samuti lõpuspilud, mida kaitsevad lõpuspiid. Neel viib lühikesse söögitorru, millele järgneb magu ja sool. Soole algusse suubuvad maksast sapijuha ja väikestest kõhunäärmetest tulevad juhad. Soole pikkus on toidumisiisist: röövkaladel on sool umbes keha pikkune, taimetoidulistel aga 10 korda pikem.

**Kahepaiksetel** võivad hambad esineda kas kõigil suuõõne luudel, ainult ülalõual või hoopis puududa. Keel on juba lihaseline ja rohkete limanäärmetega – sobiv vahend saagi haaramiseks. Süljenäärmed on hästi arenenud, kuid sülge ei sisalda veel ensüüme. Suuõõnde avanenud hingeavad e. koaanid; neel ei ole eristunud, söögitoru on lai ja lühike ning sellele järgneb pikk ja kitsas magu. Sool jaguneb peen- ja jämesooleks. Peensoole algusse suubuvad sapijuha ja kõhunäärmejuha. Tagasool avaneb kloaaki.

**Roomajate** suuõõs on eesosas ninaõõnest kõvasuulaega eraldatud, võimaldades toidu peenestamise ajal ka hingata. Enamikul roomajatest on hambad koondunud lõualuudele, krokodillilistel asuvad nad juba hambasompudes ja on erineva ehitusega (heterodontsed). Süljenäärmeid on rohkem kui kahepaiksetel. Madude mürginäärmed on tekkinud süljenäärmetest. Keel on roomajatel väga hästi arenenud. Ülejäänud seedeelundkonna erinevuseks võrreldes kahepaiksetega on jämesoole algusosast väljasopistuv pimesool.

**Lindudel** on lõugade asemel nukk, hambad puuduvad. Süljenäärmete areng sõltub toidumisiisist: näiteks veelindudel on süljenäärmed nõrgalt arenenud. Suuõõne laes asuvad ninaavad. Keel on enamasti sarvestunud. Söögitoru on pikk ja lõpeb puguga. Magu koosneb kahest osast: eespool paikneb näärmemagu ja tagapool lihasmagu. Kõvadest seemnetest, limustest jms. toituvatel lindudel on lihasmao seinad eriti paksud. Sool on suhteliselt pikem kui roomajatel, pimesooli on tavaliselt kaks. Jämesool avaneb kloaaki.

**Imetajatel** algab seedeelundkond suud ümbritsevate huultega e. mokaadega (puuduvad vaid vaalalistel). Kõvasuulagi läheb tagaosas üle pehmesuulaeks, mistõttu suuõõs on ninaõõnest peaaegu kogu ulatuses eraldatud. Hambad asuvad sompudes ja on erineva ehitusega, hammaste vahetus toimub vaid kord elus. Lisaks roomajatel esinevatele süljenäärmetele on veel paar suuri kõrva<sup>1</sup>süljenäärmeid. Söögitoru on suhteliselt pikk ja laieneb maoks, mille limaskestas on rohkesti näärmerakke. Eriti suur ja mitmeosaline on mäletsejate magu. Pikk peensool

liigendub kaksteistsõrmiksooleks, kuhu avanevad sapi- ja kõhunäärmejuha; tühissooleks, kus algab imendumine, ja niudesooleks. Jämesoole umbne sopp, pime- e. umbsool, paljudel liha- ja putuktoidulistel imetajatel puudub, mõnedel (ka inimestel) aheneb ta peenikeseks ussripikuks, aga väikese maoga taimetoidulistel nagu kabjalised ja närilised on pimesool ~~on~~ pimesool suur ja pikk, sisaldades rikkalikult baktereid, kes aitavad taimseid rakke lagundada. Jämesoole lõpposa moodustab lühikese lihaselise pärasoole, mis avaneb päarakuna. Ürgimetajatel esineb veel kloaak.

#### 4. Hingamiselundkond.

Sõõrsuude hingamiselundkond koosneb välistest lõpuspiludest, mille kaudu vesi tungib lõpuskottidesse, ja seesmistest lõpuspiludest veejuha seinas. Vesi võib ringelda lõpuskottidest veejuhasse ja tagasi, aga tulla ka suu ning neelu kaudu veejuhasse ja sealt lõpuskottidesse.

Kõhrkaladel sopistuvad neelu seinast liistakjad lõpused, mille vahele jäävad lõpuspilud. Vesi liigub suust neelu kaudu lõpustele ja pilude kaudu kehaseinast välja. Lõpuspilusid on tavaliselt viis paari.

Luukalade lõpused kinnituvad luust lõpuskaartele ja on väljast kaetud lõpusekaanega. Vesi liigub suust neelu ja lõpuspilude kaudu lõpustele ning lõpuskaane alt välja. Lõpuskaarte küljes on hulgaliselt luust lõpuspiisid, mis takistavad toiduosakeste sattumist lõpuspiludesse. Paljudel kaladel on ka lisa-hingamiselundid: angerjal limane nahk, ronikalal pikk kotjas lõpusekoopa jätke, tuurlastel ja mudakaladel neelust algav ujupõis. Pärisluustel e. teleostidel on ujupõis suletud ja hingamises ei osale.

Koaankalad hingavad nii lõpuste kui kopsudega. Õhk tungib kopsu läbi suulaes olevate ninaavade e. koaanide. Kopsud moodustuvad sõõgitoru kõhtmisest osast ja on sileda sisepinnaga.

Kahepaiksete vastsetel ja veeamfiibidel esinevad lõpused. Maismaakahepaiksed hingavad kopsude ja nahaga. Kopsude sisepind on suhteliselt väike. Mõnedel salamandritel kopsud puuduvad – nad hingavad suu limaskestast ja naha abil. Talveunes konnad hingavad veekogu põhjas ka ainult naha abil. Kopsuhingamise korral tõmmatakse õhk suuõõne põhja allalaskmisega koaanide kaudu suhu, sealt kõri kaudu kopsu. Kõris asuvad häälepaelad.

Roomajatel nahahingamist ei ole. Kopsude sisepind on suhteliselt suur tänu paljudele soppidele ja vaheseintele. Roomajate ninaavad viivad suuõõnest eraldatud



ninaõõnde, sealt liigub õhk kõri kaudu hingetorusse e. trahheasse, mis võib olla küllalt pikk. Hingetoru hargneb kaheks kopsutoruks e. bronhiks. Õhku tõmmatakse sisse rinnakorvi mahu suurendamisel roietevaheliste lihaste ja kõhulihaste abil.

Lindudel tungib õhk ülanokas olevate koanide kaudu suuõõnde, sealt kõri kaudu hingetorusse ja edasi kopsutorudest kopsudesse ning õhukottidesse. Hingetoru hargnemiskohal asub laulukõri, kus paiknevad häälepaelad. Lindude kopsud on väikesed ja lamedad, kuid neist hargnevad õhukotid, mis ulatuvad siseelundite ja lihaste vahele ning naha alla. Kopsutorude harud ulatuvad tagumiste õhukottideni, moodustades ringsüsteemi. Õhk liigub pidevalt ja ühes suunas läbi kopsude. Seistes tõmbavad linnud õhku sisse sarnaselt roomajatele, lennates aga tiivalihaste abil.

Imetajate ninaavad viivad sopilisse ninaõõnde, mis on vooderdatud ripsepiteeliga. Seal toimub õhu soojendamine ja tolmust puhastamine. Kõris asub kõrikaanekõhr, mis neelamisel sulgeb pääsu hingetorusse. Kõris paiknevad ka häälepaelad. Hingetoru hargneb kaheks kopsutoruks, need omakorda peenemateks bronhioolideks ja alveolaarjuhadeks, mille lõpus on veresoonterikka seinaga alveoolid. Alveoole on imetajatel kümneid miljoneid ja seega gaasivahetuspind väga suur.

## 5. Ringeelundkond.

*5. lõik*

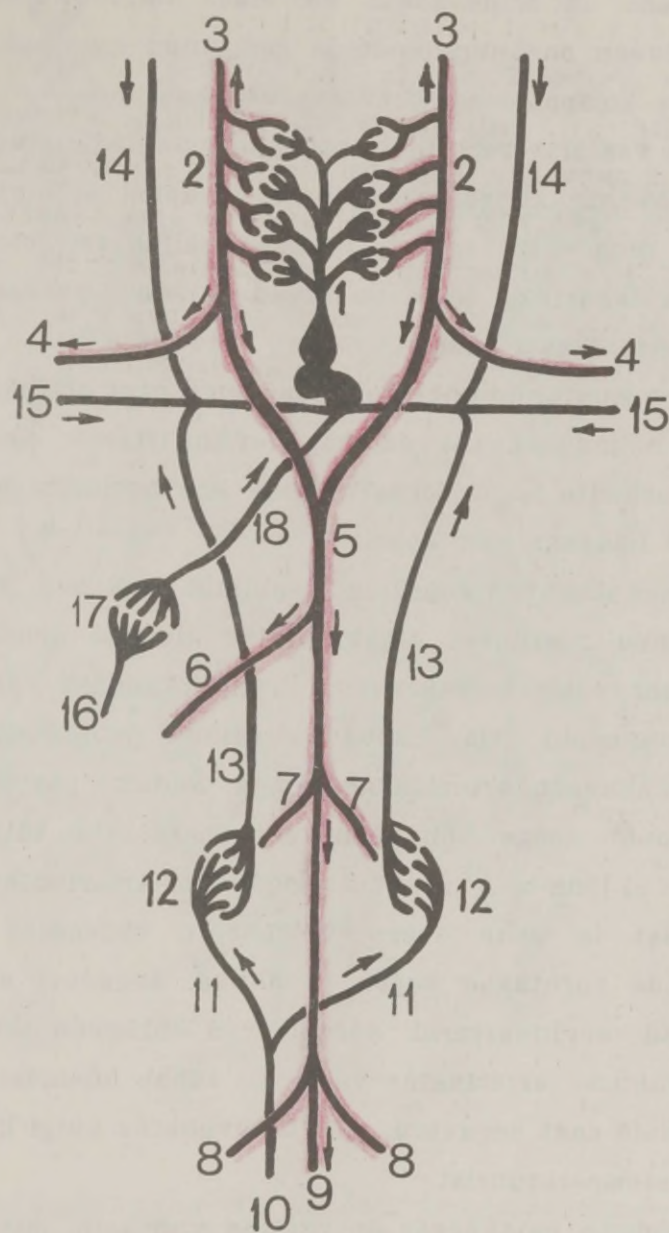
Sõõrsuude vereringe sarnaneb süstikkala vereringele, kuid kõhuaordist on moodustunud kaheosaline süda. Südame koda ja vatsakest läbib ainult venoosne veri. Vatsakesest väljub kõhuaort, mis pumpab verd lõpuskottide seintesse.

Venoosne osa vereringest on täiesti süstikkala vereringe sarnane (vt. joonis 75). Vereloomeelundiks on algeline neer.

Kõhr- ja luukaladel on samuti kaheosaline süda, milles voolab vaid venoosne veri. Erinevalt süstikkalade ja sõõrsuude vereringe venoosset osast on kaladel lisaks maksaväratile ka neeruvärat (joon. 76). Sabaveen hargneb kaheks neeru värativeeniks, mis moodustavad peene võrgu.

Neerudest väljuvad tagumised kardinaalveenid. Uuteks veresoonteks on veel eesmisi uimi verega varustavad rangluuarterid ja neist venoosset verd koguvad rangluuveenid. Vereloomeelunditeks on põrn ja neerude eesmine osa e. eelneer.

Koaankaladel on südame koda osalise pikutise vaheseinaga pooleks jagatud. See tuleneb kopsuhingamisest. Kopsudes langeb vererõhk oluliselt ja arteriaalne veri viliakse rõhu tõstmiseks südamesse. Koaankalade e. kopskalade südame koja vasakusse poolde tulebki kopsuveenide kaudu arteriaalne veri. Kodade kokkutõmbel



**Joonis 76.** Luukala vereringe skeem.

1 - kõhuaort; 2 - seljaaordi juured; 3 - unearterid; 4 - rangluuarterid;  
 5 - seljaaort; 6 - soolearter; 7 - neeruarterid; 8 - niudearterid; 9 - saba-  
 arter; 10 - sabaveen; 11 - neeru värativenid; 12 - neerud; 13 - tagumised  
 kardinaalveenid; 14 - eesmised kardinaalveenid; 15 - rangluuveenid; 16 - maksa  
 värativen; 17 - maks; 18 - maksaveen.



liigub veri vatsakesse, sealt kõhuaorti ja läbi lõpuste seljaaordi juurtesse. Kuna kopskalade kopsud on väikesed ja sileda sisepinnaga, saadakse neist vähem arteriaalset verd kui lõpustest. Seetõttu hingavadki kopskalad kopsudega vaid kuivaperioodil suveunes olles.

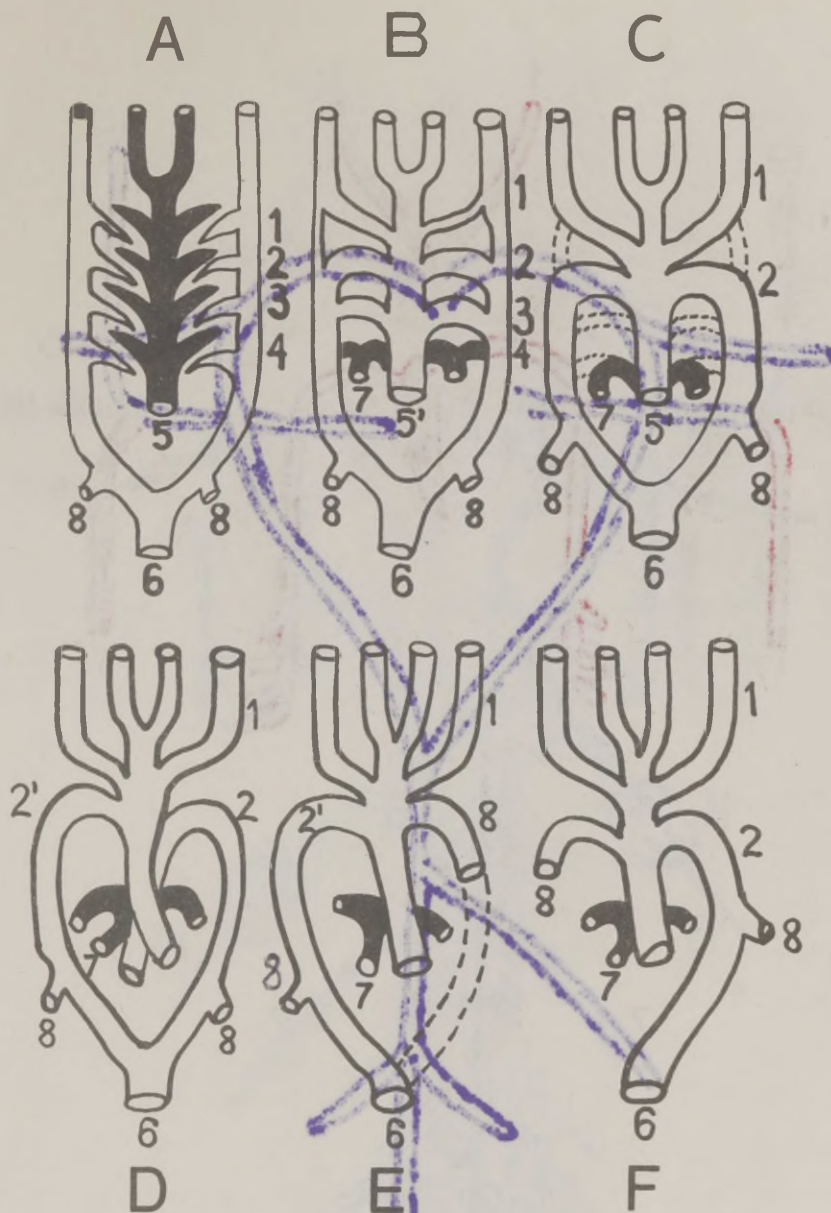
Venoosses osas on erinevuseks võrreldes teiste kaladega see, et parem tagumine kardinaalveen on suurenenud ja muutunud alumiseks õõnesveeniks, mis suubub otse parema kojapoole ees olevasse venoosurkesse.

Kahepaiksete vastsete vereringe sarnaneb luukalade ja veeamfiibide vereringe kopskalade omale. Maismaakahepaiksetel on süda kolmeosaline, koosnedes paremast ja vasakust kojast ning vatsakesest. Viimasest väljub arteriooskuhik, mis hargneb paarilisteks arteriaalkaarteks. Need vastavad kalade lõpuskaartele. Sabakonnadel on neli paari arteriaalkaari, päriskonnadel vaid kolm (joon. 77). Esimene paar kalade lõpuskaari on muutunud unearteriteks, teine paar aordikaarteks, kolmas kaob päriskonnadel ja neljandast saavad kopsu-nahaarterid. Sabakonnadel säilivad ühenduskohad unearterite ja aordikaarte ning kopsuarterite ja aordikaarte vahel, peale selle on neil lisapaar aordikaari. *Võrdluse elundeid ka luukalade.*

Venoosses osas jätkuvad kopskaladel alanud muutused. Tagumised kardinaalveenid on asendunud neerudest algava ühise alumise õõnesveeniga (joon. 78). Alumisse õõnesveeni suubub maksaveen. Peapiirkonnast tulevad kägiveenid ja esijalgadest rangluuveenid, mis liituvad kummaldi pool eesmiseks õõnesveeniks. Sinna suubub ka nahaveen arteriaalse verrega. Südame parema koja ees olevasse venoosurkesse siseneb seega kolm õõnesveeni. Vatsake täitub mõlemast kojast samaaegselt ja veri ei jõua seal täielikult seguneda. Arteriooskuhik algab vatsakese parempoolsest osast ja saab seega kõigepealt venoosset verd, mis esimesi arteriaalkaari mööda surutakse kopsu ja nahka. Segaveri satub aordikaartesse, milledest hargnevad rangluuarterid. Aordikaared ühinevad seljaaordiks. Viimasena liigub arteriooskuhikusse arteriaalne veri, mis läheb unearteritesse. Kuna enamus kahepaiksete elundeid saab segaverd, pole ainevahetus kuigi kiire ning kehatemperatuur sõltub välistemperatuurist.

Roomajate südame vatsakeses on osaline vahesein, mis eraldab arteriaalset verd venoossest. Vatsakesest väljuvad kolm soont. Vasakust, s.o. arteriaalsest poolest väljub parem aordikaar, mis annab ära unearterid ja rangluuarterid. Paremast, s.o. venoossest osast väljub ühine kopsuarter ja keskosast, kus veri seguneb, vasak aordikaar. Aordikaared ühinevad seljaaordiks (joon. 79). See sisaldab hapnikurikkamat verd, kui kahepaiksete seljaaort.

Venoosne osa vereringest ei erine maismaakahepaiksete omast (joon. 78 ja

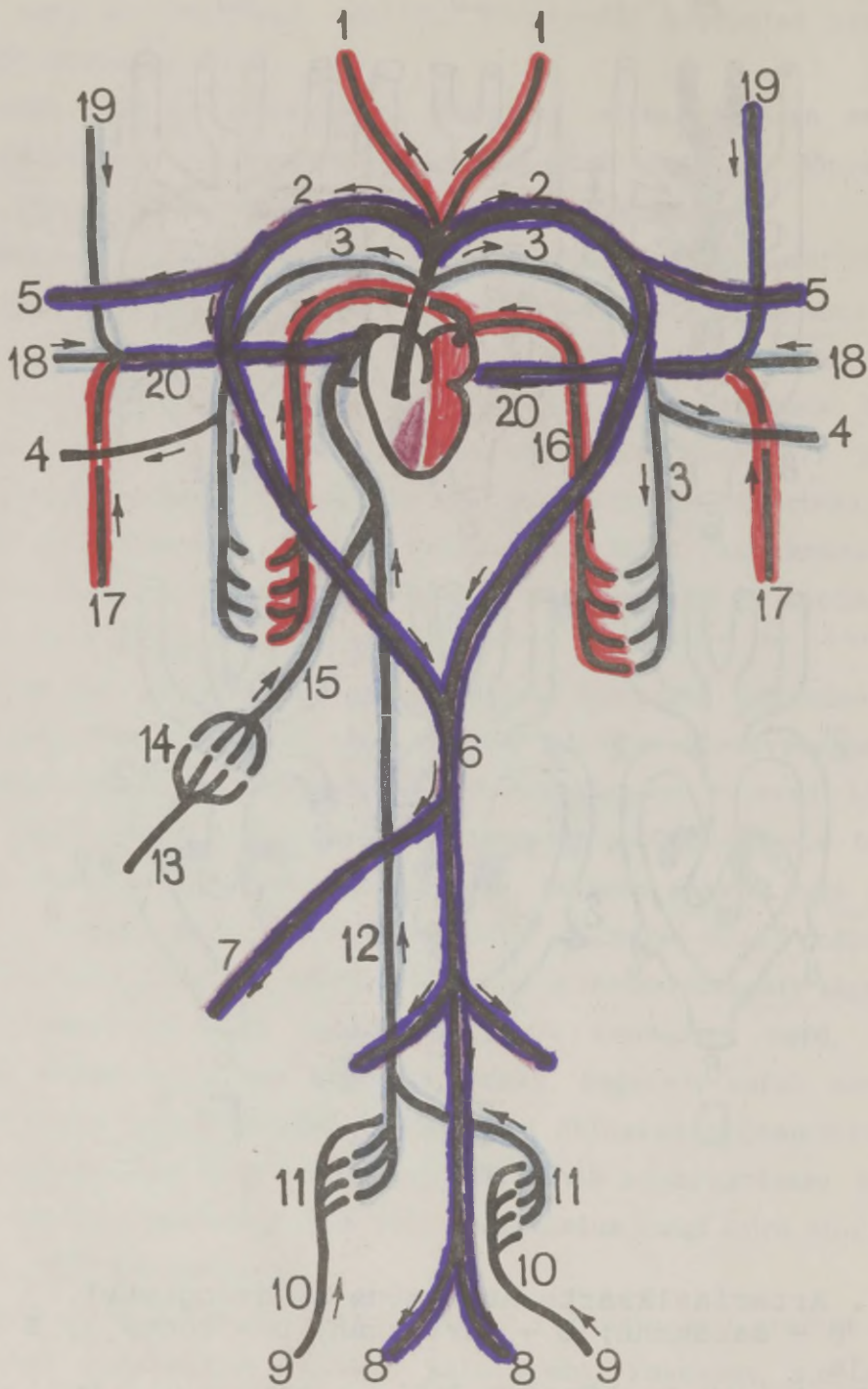


**Joonis 77.** Arteriaalkaarte arenemine selgroogsetel.

A - kala; B - sabakonn; C - päris-konn; D - roomaja; E - lind;  
F - imetaja

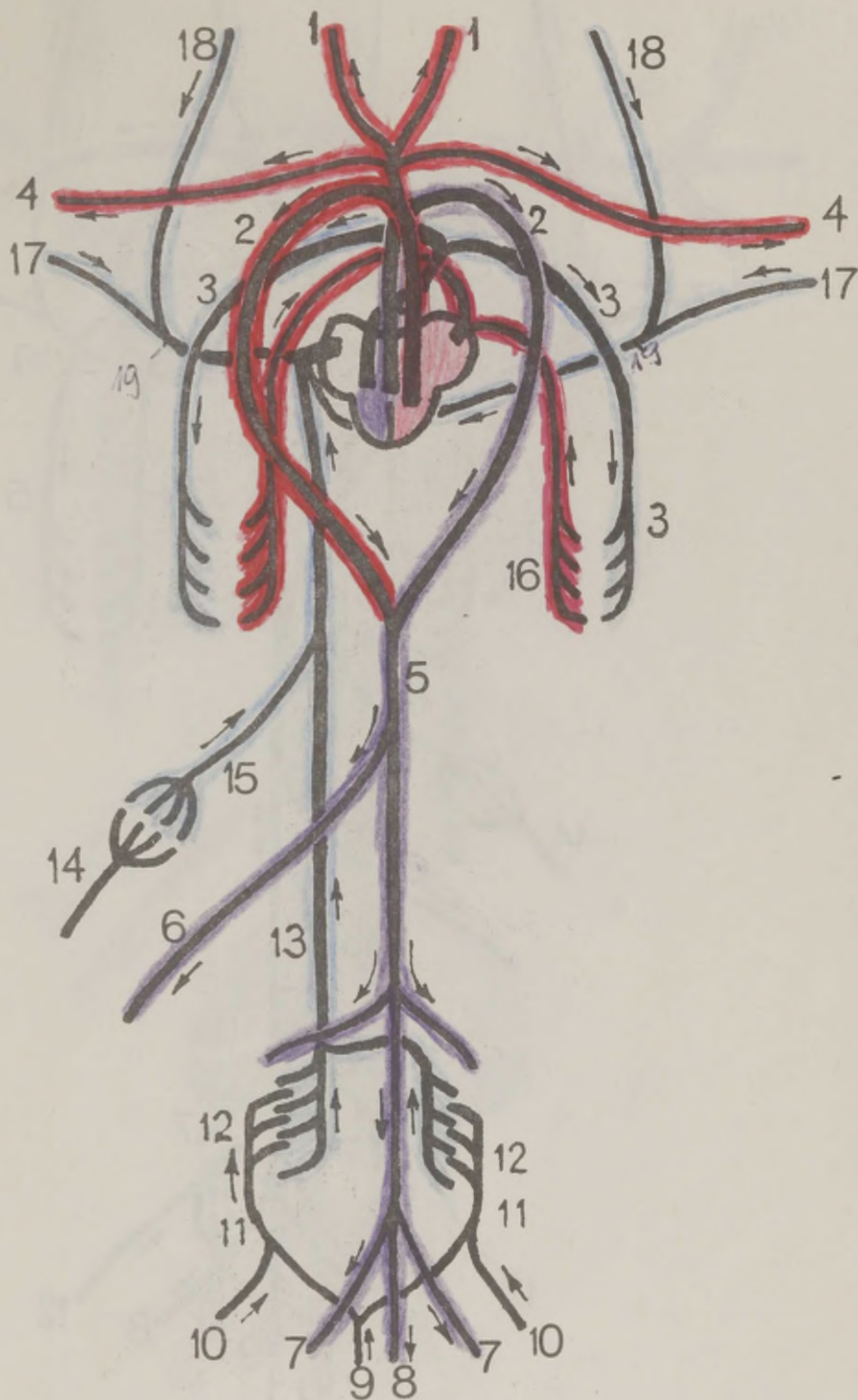
A: 1-4 - lõpuskaared; 5 - kõhuaort; B-F: 1 - unearterid; 2 ja 2' - aordikaared;  
3 - lisa-aordikaared; 4 - Botallo juha; 5' - arteriooskuhik; 6 - seljaaort;  
7 - kopsuarterid; 8 - rangluuarterid.





**Joonis 78.** Pärisikonna vereringe skeem.

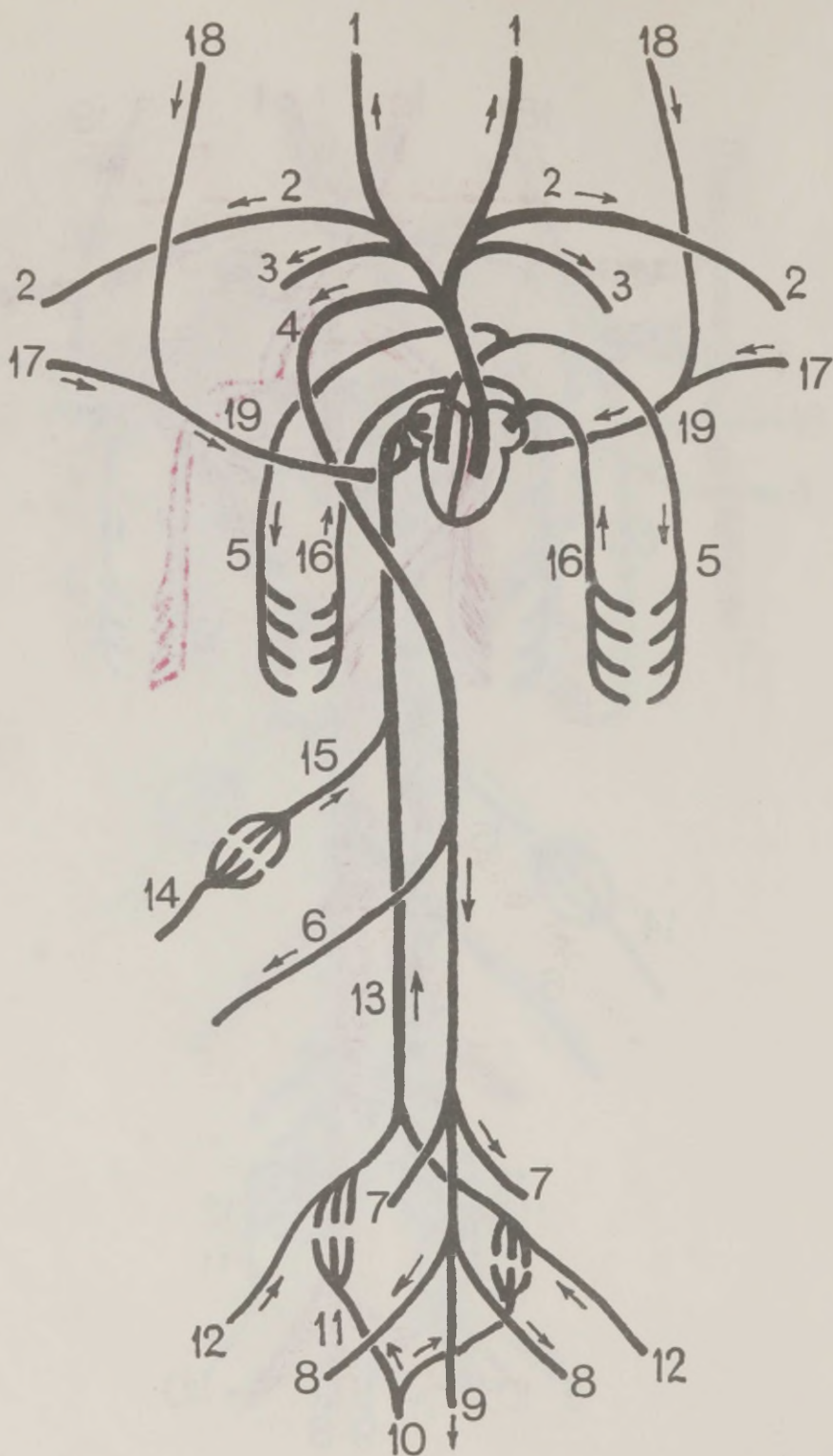
1 - unearterid; 2 - aordikaared; 3 - kopsuarterid; 4 - nahaarterid; 5 - rangluuarterid; 6 - seljaaort; 7 - soolearter; 8 - niudearter; 9 - niudeveenid; 10 - neeru värativenid; 11 - neerud; 12 - alumine õõnesveen; 13 - maksa värativen; 14 - maks; 15 - maksaveen; 16 - kopsuveenid; 17 - nahaveenid; 18 - rangluuveenid; 19 - kägiveenid; 20 - eesmised e. ülemised õõnesveenid.



**Joonis 79.** Roomaja vereringe skeem.

1 - unearterid; 2 - aordikaared; 3 - kopsuarterid; 4 - rangluuarterid; 5 - selja-aort; 6 - soolearter; 7 - niudearterid; 8 - sabaarterid; 9 - sabaveen; 10 - niudeveenid; 11 - neeru värativenid; 12 - neerud; 13 - alumine õõnesveen; 14 - maksa värativen; 15 - maksaveen; 16 - kopsuveenid; 17 - rangluuveenid; 18 - kägiveenid; 19 - eesmised e. ülemised õõnesveenid.

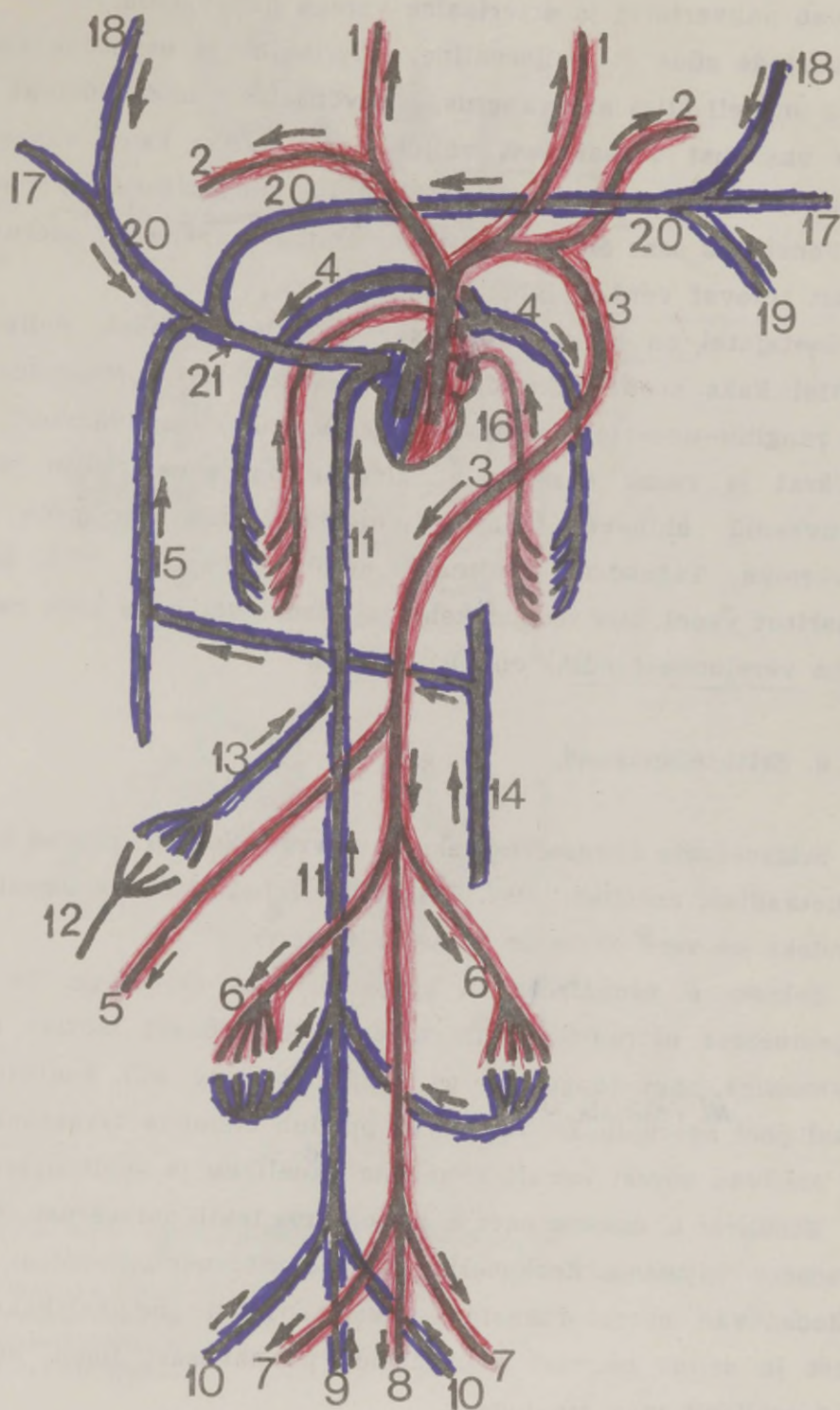




**Joonis 80.** Linnu vereringe skeem.

1 - unearterid; 2 - rangluuarterid; 3 - rinnaarterid; 4 - parem aordikaar; 5 - kopsuarterid; 6 - soolearter; 7 - neeuarterid; 8 - niudearterid; 9 - sabaarter; 10 - sabaveen; 11 - neeru värativveenid; 12 - reieveenid; 13 - alumine õõnesveen; 14 - maksa värativveen; 15 - maksaveen; 16 - kopsuveenid; 17 - rangluuveenid; 18 - kägiveenid; 19 - eesmised õõnesveenid.

*neiaveen = niudeveen*



**Joonis 81.** Imetaja vereringe skeem.

1 - unearterid; 2 - rangluuarterid; 3 - vasak aordikaar; 4 - kopsuarterid;  
 5 - soolearter; 6 - neeruarter; 7 - niudearter; 8 - sabaarter; 9 - sabaveen;  
 10 - niudeveenid; 11 - alumine õõnesveen; 12 - maksa värativeen; 13 - maksaveer  
 14 - poolpaaritu veen; 15 - paarituveen; 16 - kopsuveenid; 17 - rangluuveenid  
 18 - kägiveenid; 19 - roietevaheline veen; 20 - nimetuveenid; 21 - eesmine e.  
 ülemine õõnesveen.



joon. 79). Kuna roomajate nahas gaasivahetust ei toimu, puuduvad kopsuarteritest hargnevad nahaarterid ja arteriaalse verega nahaveenid.

Lindude süda on neljaosaline, arteriaalne ja venoosne veri ei segune ning seetõttu on neil kiire ainevahetus, mis võimaldab hoida püsivat kehatemperatuuri. Südamel vasakult vatsakesest väljub aordi parem kaar, vasak kaar on taandarenenud. Paremast vatsakesest väljub ühine kopsuarter venoosse verega (joon. 80).

Venoosses osas on erinevalt roomajatest vähenenud neeruväratisüsteem, osa jalgadest tulevat verd ei läbigi neerusid.

Imetajatel on kahest aordikaarest säilinud vasak. Sellest hargneb osadel imetajatel kaks soont (ühised rangluu-unearterid), primaatidel aga kolm soont (ühine rangluu-unearter, vasak unearter ja vasak rangluuarter). Imetajatel puudub neeruvärat ja vasak eesmine e. ülemine õõnesveen (joon. 81). Kägiveenid ja rangluuveenid ühinevad, nimetuveenideks, need omakorda üheks eesmiseks õõnesveeniks. Tagumiste kardinaalveenide säilmeteks võib pidada paaritut ja poolpaaritut veeni, mis toovad keha tagaosast venoosse vere eesmisse õõnesveeni. Uudseks vereloomeelundiks on lümfisõlmad.

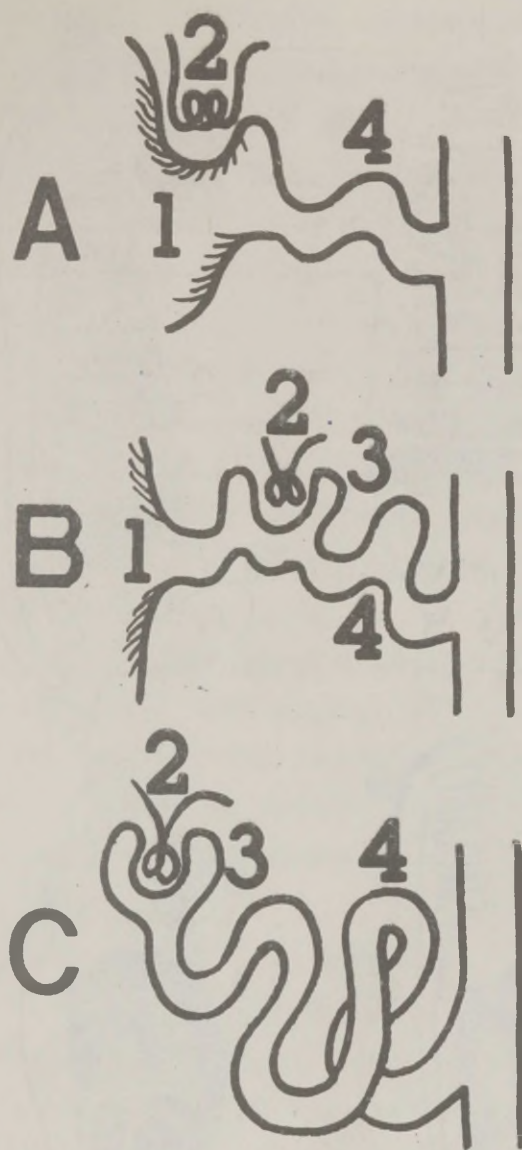
## 6. Erituselundkond.

Selgroogsete erituselunditeks on neerud. Neerud tekivad mitmes järgus ja üks arengustaadium asendab teist. Peale ainevahetusjääkide eemaldamise on neerude ülesandeks ka vere osmootse rõhu säilitamine.

Eelneer e. pronefroos on kõige lihtsama ehitusega. Ta koosneb vähestest metameerisetest nefronitest, mis algavad kehaõõnest lahtise ripsmelise lehtri e. nefrostoomiga, nagu rõngusside metanefriidid (joon. 82). Neerutorukesed koonduvad mõlemal pool neerujuhaks. Eelneerus puudub ühendus veresoonkonnaga, eritatavad ained satuvad verest esmalt kehaõõne vadelikku ja sealt neerutorukestesse.

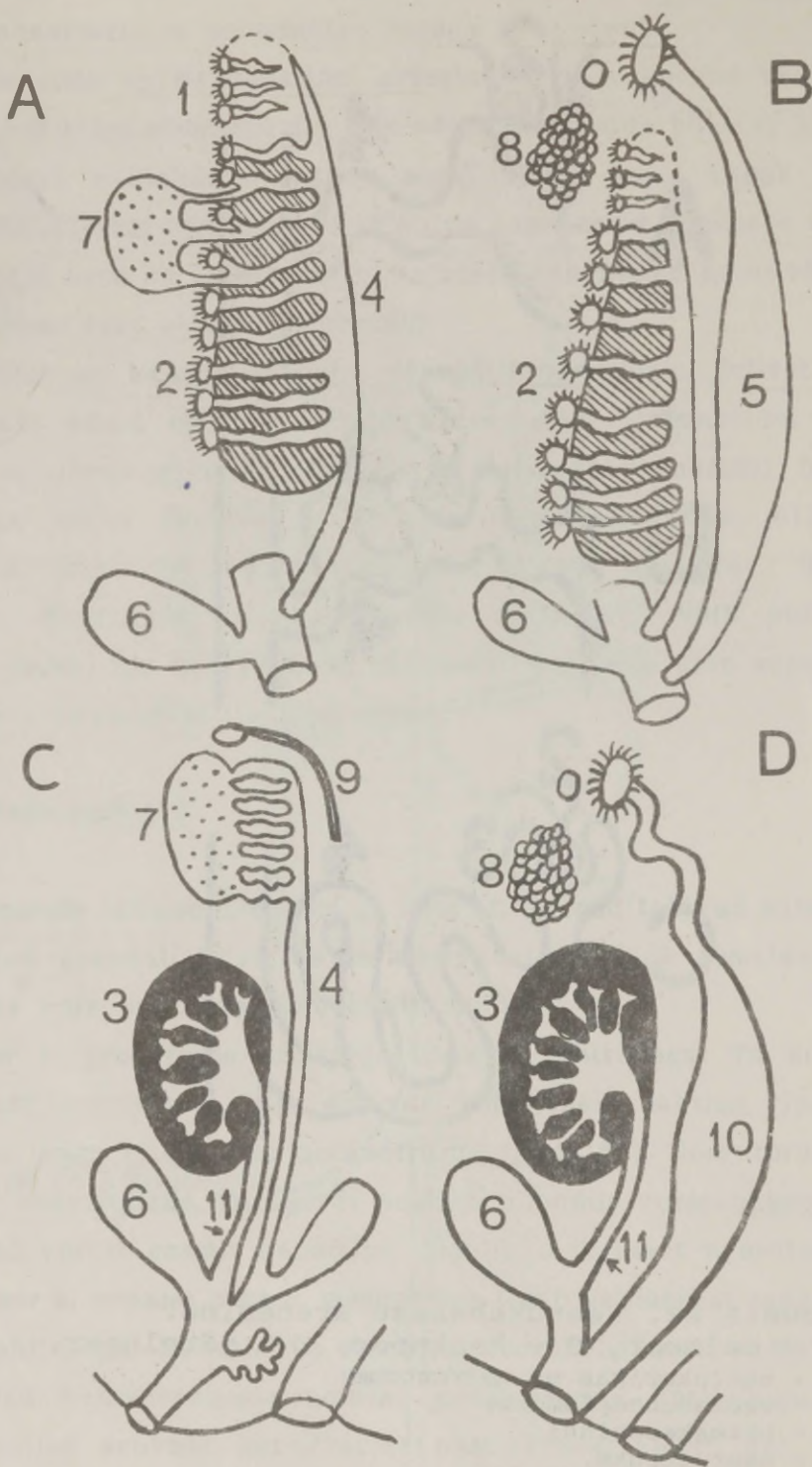
Keskneer e. esmane neer e. mesonefroos tekib eelneerust tagapool ja on samuti metameerse ehitusega. Keskneerus esinevad neerukehakesed e. Malphigi kehakesed, mis koosnevad neerutorukeste seinast moodustunud karikakujulisest päsmakese kihnust ja selles asuvast kapillaaride päsmakesest (joon. 82). Lahtised lehtrid võivad osaliselt juba puududa.

Päsmakesest filtreerub vereplasma neerutorukesse ja moodustub esmane uriin. Neerutorukesed on pikad ja väänilised, neid ümbritseb kapillaaristik ning seal toimub liigse vee tagaslimendumine e. teisese uriini teke. Neerutorukesed koonduvad keskneerujuhaks e. Wolff'i juhaks.



**Joonis 82. Neerukehakese arenemine.**  
 A - eelneer, B - keskneer, C - järelneer.  
 1 - neerukarikas e. nefrostoom;  
 2 - veresoontepäsmake;  
 3 - päsmakesekihn;  
 4 - neerutoruke.





**Joonis 83.** Kuse-suguelundkonna areng.

A - isase kala või kahepaikse,

B - emase kala või kahepaikse,

C - isase imetaja ja D - emase imetaja eritus- ja suguelundkond.

1 - eelneer; 2 - keskneer; 3 - järelneer; 4 - Wolffi juha; 5 - Mülleri juha;  
6 - kusepõis; 7 - seemnesari; 8 - munasari; 9 - eelneerujuha jäänus; 10 - emakas;  
11 - kusejuha e. ureeter.

**Järelnäär e. teisene neer e. metanefros** tekib kõrgematel selgroogsetel keskneeru järel. Järelnäärud on kompaktsed, ovaalsed elundid vaagna piirkonnas. Nels puuduvad lahtised neerukarikad, neerutorukesed on hästi pikad ja väänilised ning koonduvad kusejuhaks e. ureeteriks. Kusejuha on uus moodustis, mis tekib Wolff'i juha lõpposa väljasopistuseksena.

**Wolff'i juha e. keskneeru juha** on alamate selgroogsete isasloomadel ka sugurakkude väljutamiseks. Emasloomadel areneb tema kõrvale Mülleri juha, millest saab munajuha. Kõrgematel selgroogsetel isasloomadel säilib keskneerust ainult Wolff'i juha, millest kujuneb seemnejuha, emasloomadel taandareneb kogu keskneer.

**Sõõrsuude** neerud on pikad, lapikud elundid kehaõõne külgedel. Mõnedel liikidel on ka täiskasvanuna vaid eelneerud, enamusel aga kesk- ja järelnäärude vahepealsed taga- e. ophistonefrosed. Taganeeru tagumises osas ei asu neerukehakesed enam metameerselt ja sealt võib väljuda ka eraldi kusejuha. Sõõrsuude neerujuhad sugurakke ei väljuta.

**Kaladel** säilivad eelneerud vereloomeelundina, eritamine toimub taganeerudega. Kõhrkalade ja alamate luukalade isasloomadel läbivad seemnerakud neerusid ja väljuvad kusesuguava kaudu. Kõrgemate luukalade isasloomadel aga tekib lühike sekundaarne seemnejuha, mis avaneb eraldi. Mereluukalade neerukehakesed on väikesed ja nad eritavad vähe uriini, sest peavad vere osmootse rõhu säilitamiseks veega kokkuhoidlikud olema.

**Kahepaiksetel** talitleb eelneer kuni moondeni, siis hakkab tööle taganeer. Selle eesmine osa on isasloomadel suguelundkonna "teenistuses" (joon. 83).

**Roomajate, lindude ja imetajate** loodeltel asendub eelneer keskneeruga ja see omakorda järelnääruga. Neerudest väljuvad kusejuhad avanevad roomajatel ja lindudel kloaaki, imetajatel kusepõide. Roomajate kusepõis tekib kloaagi väljasopistuseksena, ta on vee tagasiimendumise, mitte vedeliku kogumise kohaks. Lindudel kusepõis puudub. Lindude ja imetajate neerudes moodustuvad neerutorukesed lingusid, kus toimub peamine vee tagasiimendumine.

## 7. Närvisüsteem.

Selgroogsete kesknärvisüsteem (KNS) kujuneb närvitorust, mis eristub pea- ja seljaajuks. Peaaju moodustumine algab kõigil selgroogseil kolmest ajupõiest, millest eesmine ja tagumine jagunevad hiljem kaheks. Seega koosneb selgroogsete peaaju viiest osast: 1) otsaaju e. suuraju, 2) vaheaju. 3) keskaju, 4) tagaaju,



##### 5) Järelaju e. piklikaju.

Otsaju on esmaselt haisteaju ja poolkeradeks eristumata. Temast väljub I paar peaajunärve – halstenärv. Otsaju ülemine osa (lagi) ei sisalda algselt üldse närvirakke ja ürgsed närviganglionid asuvad ajuõõne (vatsakese) põhjas. Need närvirakkude kogumikud kannavad nime juttkeha ja on motoorseks keskuseks. Kuni otsaju laes ei ole tihedat mitmekihilist närvirakkudest ajukoort, ei juhi ta ka teiste peaaaju osade tööd.

Vaheaju külgmistes osades, talamuses, paiknevad ümberlülituskeskused, sealt algab II paar peaajunärve – nägemisnärv. Vaheaju põhi, hüpotalamus, on kõrgem vegetatiivne keskus, seal tekivad lihaste asendi, surve, valu, nälg ja janu aistingud ning mõned esmased emotsioonid, nagu hirm ja sugutung. Vaheaju selgmine osa moodustab kiirusilma e. pineaalelundi ja käbikeha e. epifüüsi. Ajuripats e. hüpofüüs paikneb hüpotalamuse taga ja on tähtsaim sisesekretsiooninäär.

Keskaju on nägemisaju, algselt jaotub ta suurteks nägemissagarateks ja on teiste ajuosade töö kooskõlastaja. Keskajust algavad III ja IV paar peaajunärve – silmalligutajanärv ja plokinärv. Piki kesk- ja vaheaju läbivat õõnt kulgeb võrkmoodus e. retikulaarformatsioon, mis juhib närvimpulsse tagumistest ajuosadest ette (ülenevad juhteteed) ja vastupidi (alanevad juhteteed).

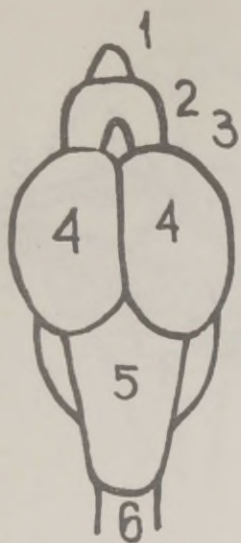
Tagaaju jaotub sillaks ja väikeajuks. Sild asub ajuvatsakese laes ja teda läbivad alanevad juhteteed. Väikeaju sopistub sillast üles ja on tasakaalu ning liigutuste koordinatsiooni keskus. Sillast algavad V – VIII paar peaajunärve: kolmiknärv, eemaldajanärv, näonärv ja tasakaalu-kuulmisnärv.

Järelaju e. piklikaju on üleminekuala peaaajult seljaajule. Ta juhib siseelundite tööd. Sealt algavad viimased peaajunärvid, milledest tähtsaim on uitnärv. See närv toob erutusi kuulmekälgust, neelust, kõrist, juhib impulsse kõri ja neelu ning alamatel selgroogsetel ka keele lihastesse, peale selle ka kilpnäärmesse, südamesse, kopsu, neerudesse ning enamikku seedeelundkonnast.

Alamatel selgroogsetel on 10 paari peaajunärve, kõrgematel (roomajad, linnud ja imetajad) juba 12 paari.

Sõõrsuude otsaaju on täielikult haisteaju, poolkerad puuduvad. Vaheaju on hästi arenenud, esinevad kiirusilm e. pineaalelund ja kõrvalkiirusilm e. para-pineaalelund. Keskaju on suurim ajuosa ja talitluselt võrreldav kõrgemate selgroogsete otsaaju poolkerade koorega. Väikeaju on väga nõrgalt arenenud, piklikaju aga väga hästi.

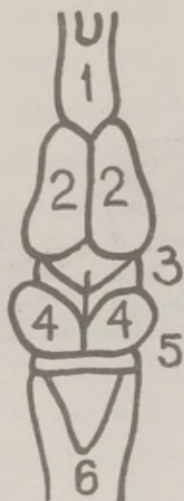
Kõhrkalade otsaju on kaetud õhukese närvirakke sisaldava mantliga. Vaheaju, keskaju ja väikeaju on hästi arenenud. Ajuosad on peaaegu võrdse suurusega.



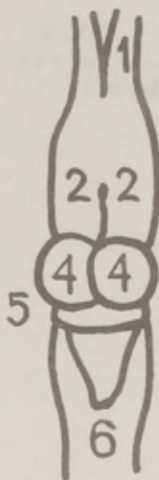
**Joonis 84.** Luukala peaaaju pealtvaade ja pikilõige.

1 - haistesagarad; 2 - otsaju; 3 - vaheaju; 4 - keskaju nägemissagarad;  
5 - tagaaju; 6 - järelaju e. piklikaju; 7 - hüpotalamus; 8 - hüpofüüs;  
9 - maitsesagarad.

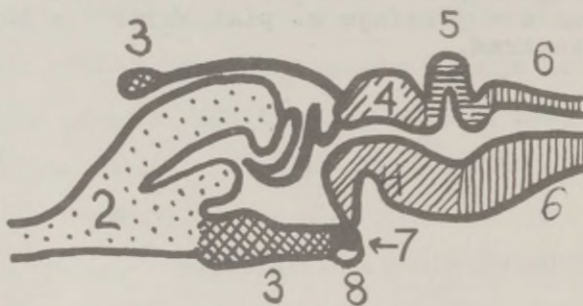




A

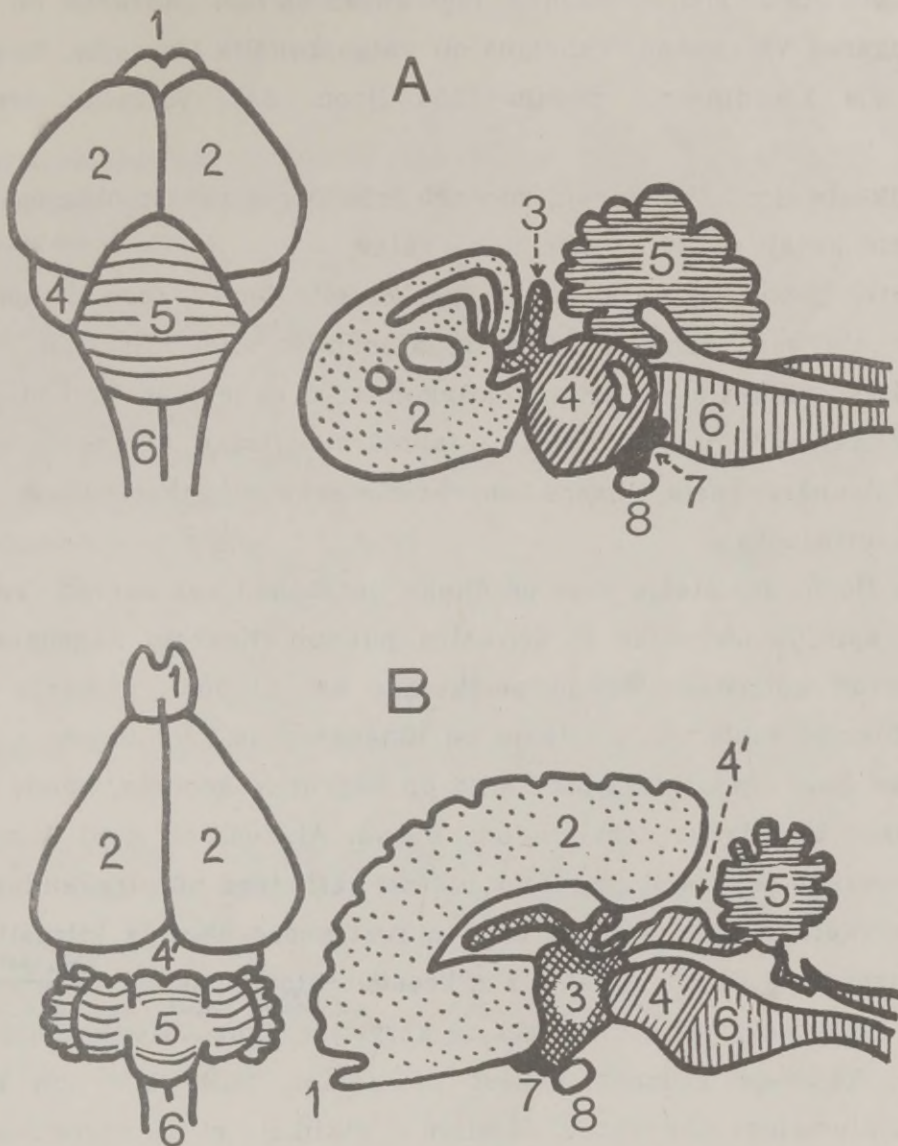


B



**Joonis 85.** Kahepaikse (A) ja roomaja (B) peaaaju ehituse skeemid.

1 - haistesagarad; 2 - otsaju; 3 - vaheaju; 4 - keskaju nägemissagarad;  
5 - tagaaju; 6 - järelaju e. piklikaju; 7 - hüpotalamus; 8 - hüpofüüs;  
~~9 - maitseagarad.~~



**Joonis 86.** Linnu (A) ja imetaja (B) peaaju pealtvaade ning pikilõige.

1 - haistesagarad; 2 - otsaju poolkerad; 3 - vaheaju (epifüüs); 4 - keskaju nägemissagarad; 4' - kuulmissagarad; 5 - väikeaju; 6 - järelaju e. piklikaju; 7 - hüpotalamus; 8 - hüpofüüs.



Luukaladel otsaju mantel puudub, lage katab epiteel. Juttkeha on suhteliselt suur, haistesagarad väiksemad. Vaheajus on valgustundlik kiirusilm. Suurim ajuosa on keskaju, mis koordineerib peaju tööd (joon. 84). Väikeaju areng sõltub eluviisist.

Kahepaiksete (Joon. 85) otsaju koosneb juba poolkeradest ning on suurim aju osa. Poolkerasid katab mantel. Vaheaju on väike.

Roomajatel (joon. 86) katab otsaju poolkerasid õhuke koor. Seega on otsaju juba tähtsaim aju osa. Vaheaju on hästi arenenud, eriti kiirusilm. Keskaaju on suhteliselt väike. Väikeaju on erinev: kilpkonnadel vähe, aga krokodillidel hästi arenenud. Piklikajust väljub 4 paari peaajunärve: lisaks keele-neelunärvile ja uitnärvile ka lisanärv kaela lihaste innerveerimiseks ning keelealune närv keele lihaste innerveerimiseks.

Lindude (Joon. 86) otsaju koor on õhuke, juttkehad aga suured. Vaheaju jääb otsajule alla, epifüüs on väike ja kiirusilm puudub. Keskaju nägemissagarad on suured ja asuvad külgmiselt otsaju poolkerade all. Lindude väikeaju moodustab sagaraid ja külgmisi sopistusi, piklikaju on lühenenud ja kooldunud.

Imetajate (Joon. 86) otsaju poolkerad on käärvilise koorega, nende sees tekib kaks poolkerasid ühendavat närvikiudude kimpu. Ajukoor on kuni 5 mm paksune (inimesel) ja koosneb peamiselt paljude lühikeste jätketega närvirakkudest. Vaheaju jääb otsaju poolkerade alla, epifüüs asub ajuvatsakese sees ja kiirusilm puudub. Keskaju selgmises osas asub nelikeha, mis koosneb ülaküngastest (kuulmissagarad). Keskaju põhja moodustab punatuum, mis on kõrgem keskus automaatsete liigutuste reguleerimisel. Väikeaju koosneb kahest poolkerast, mille koor on sopiline ja omavahel närvikiududega ühendatud. Järelaju e. piklikaju ei ole võrreldes roomajate ja lindudega oluliselt muutunud.

Küsimused:

1. Erinevused vereringe ehituses kõrgematel vähkidel, ämblikulaadsetel ja putukatel. *võrrelda välisehit, sisehit. s.t. k*
2. Erinevused hingamiselundkonna ehituses ja talitluses vähilaadsetel ja putukatel. •
3. Pedikulaarsi tõrje meetodid.
4. Võrrelge roomajate ja imetajate vereringeelundkonda. •
5. Võrrelge vereringeelundkonda kahepaiksete vastsetel ja täiskasvanud maismaa-amfiibidel. •
6. Võrrelge süstikala ja luukala vereringet. •
7. Võrrelge vereloomeelundeid erinevatel selgroogsete klasside esindajatel.
8. Millised muutused on toimunud selgroogsete erituselundkonnas evolutsiooni käigus?
9. Kuidas evolutsioneerub selgroogsetel otsaju?
10. Kuidas evolutsioneerub selgroogsetel keskaju?
11. Putukad keeli paaritudid ja närgenhandjad (10) •
12. Lestakalad — " — •
13. Lymf. sõlm (sõlm, levik, ku levib)
14. Putukate paljun. ja aren. iseloomust. •
15. Arteriaalkaarte areng selgroogsetel. •
16. Eel-, kesk- ja järelneerus •
17. Seedeelundk. areng selgroogsetel.
18. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
19. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
20. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
21. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
22. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
23. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
24. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
25. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
26. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
27. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
28. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
29. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
30. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
31. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
32. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
33. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
34. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
35. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
36. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
37. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
38. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
39. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
40. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
41. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
42. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
43. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
44. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
45. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
46. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
47. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
48. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
49. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
50. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
51. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
52. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
53. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
54. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
55. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
56. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
57. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
58. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
59. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
60. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
61. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
62. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
63. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
64. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
65. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
66. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
67. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
68. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
69. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
70. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
71. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
72. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
73. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
74. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
75. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
76. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
77. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
78. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
79. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
80. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
81. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
82. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
83. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
84. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
85. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
86. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
87. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
88. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
89. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
90. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
91. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
92. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
93. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
94. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
95. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
96. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
97. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
98. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
99. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •
100. Kõhuli. ja kõhuf. jahe, kõhuli. ureter •



## SÜSTEMAATILINE KOONDTABEL.

REGNUM: ANIMALIA - loomad

SUBREGNUM: PROTOZOA - ainuraksed (algloomad)

PHYLUM: PROTOZOA - ainuraksed

SUBPHYLUM: SARCOMASTIGOPHORA - juurviburlased

CL.: MASTIGOPHORA - viburloomad

SUBCL.: PHYTOFLAGELLATA - taimviburloomad

O.: EUGLENOIDEA - silmviburilised

*Euglena viridis* - roheline silmviburiline

O.: CHRYSOMONADINA - koldviburilised

*Volvox globator*

*Volvox aureus*

SUBCL.: ZOOFLAGELLATA - loomviburloomad

O.: PROTOMASTIGINA - algviburilised

*Leishmania donovani*

*Leishmania tropica*

*Leishmania brasiliensis*

*Trypanosoma brucei gambiense*

*Trypanosoma brucei rhodesiense*

*Trypanosoma equiperdum*

O.: POLYMASTIGINA - mitmeviburilised

*Trichomonas hominis*

*Trichomonas vaginalis*

*Lambliia intestinalis* - maksalutikas

O.: RHIZOMASTIGINA - kulendviburilised

*Mastigamoeba aspera* - viburamööb

CL.: SARCODINA - juurjalgsed

SUBCL.: RHIZOPODA - juurjalgsed

O.: AMOEBINA - amööbilised

*Amoeba proteus* - tavaline amööb

*Entamoeba histolytica* - düsenteeria siseamööb

*Entamoeba coli*

*Entamoeba gingivalis*

CL.: OPALINATA - opaalloomad

O.: OPALINIDEA - opaalloomalised

*Opalina ranarum* - konna opaalloom

**SUBPHYLUM: SPOROZOA** - eosloomad

**CL.: TELOSPOREA** - eostujad

**O.: COCCIDEA** - koktsiidilised

*Isospora hominis*

*Eimeria sp.*

**O.: HAEMOSPORIDIA** - vere-eosloomad

*Plasmodium vivax*

*Plasmodium falciparum*

*Plasmodium ovale*

*Plasmodium malariae*

**CL.: TOXOPLASMEA** - toksoplasmad

**O.: TOXOPLASMIA** - toksoplasmalised

*Toxoplasma gondii*

**SUBPHYLUM: CNIDOSPORA** - kõrve-eosloomad

**CL.: MYXOSPORIDEA** - lima-eosloomad

**CL.: MICROSPORIDEA** - pisi-eosloomad

**O.: MICROSPORIDEA** - pisi-eosloomad

*Nosema bombycis*

**SUBPHYLUM: CILIOPHORA** - ripsmekandjad

**CL.: CILIATEA** - ripsloomad

**SUBCL.: CILIATA (Infusorea)** - ripsloomad

**O.: HOLOTRICHA** - ühtlasripsmelised

*Paramecium caudatum* - händkingloom

*Balantidium coli* - koli pusrake

**SUBREGNUM: METAZOA** - hulkraksed

**SUPERDIV.: PARAZOA** - kõrvalhulkraksed

**PHYLUM: SPONGIA (= Porifera)** - käsnad

**CL.: CALCAREA (Calcispongia)** - lubikäsnad

*Ascetta primordialis*

**CL.: HYALOSPONGIA** - klaaskäsnad

*Euplectella aspergillum* - veenuskorv

**CL.: DEMOSPONGIA** - päriskäsnad

*Spongilla lacustricus* - järvekäsn

*Euspongia officinalis* - pesukäsn

*Hippospongia communis* - harilik hobukäsn



**SUPERDIV.: EUMETAZOA** (= *Enterozoa*, *Histoza*) - pärishulkkraksed (koeloomad)

**DIVISIO: RADIATA** (= *Radialia*) - kiirloomad (kahelehtsed)

**PHYLUM: COELENTERATA** (= *Cnidaria*) - ainuõõssed

**CL.: HYDROZOA** - hüdraloomad

**SUBCL.: HYDROIDEA** - hüdralaadsed

*Hydra vulgaris* - harilik hüdra

**CL.: SCYPHOZOA** - karikloomad

*Aurelia aurita* - meririst

*Cyanea arctica* - meriseen

*Conionemus vertens*

**CL.: ANTHOZOA** - õisloomad

**SUBCL.: OCTOCORALLIA** - kaheksikkorallid

*Corallium rubrum* - punane vääriskorall

**SUBCL.: HEXACORALLIA** - kuuskorallid

*Actinia equina* - hobu-meriroos

**SUPERDIV.: BILATERALIA** - kahekülgsed

**DIVISIO: PROTOSTOMIA** - ürgsuussed

**PHYLUM: PLATHELMINTHES** - lameussid

**CL.: TURBELLARIA** - ripsussid

*Dendrocoelum lacteum* - piimjas valgelamelane

**CL.: TREMATODA** - imiussid

*Fasciola hepatica* - maksa-kakssuulane (maksakaan)

*Dicrocoelium lanceatum* - väike-ebamaksakaan

*Opisthorchis felineus* - kassi-tagaraiglane

*Paragonimus westermani* (= *P. ringeri*) - kopsu-kakssuulane

*Schistosoma haematobium* - harilik vereimiuss

*Schistosoma mansoni* - mansonide vereimiuss

*Schistosoma japonica* - jaapani vereimiuss

**CL.: CESTODA** - paelussid

*Diphyllbothrium latum* - laiuss

*Taenia solium* - nook-paeluss

*Taeniarhynchus saginatus* - nudipaeluss

*Echinococcus granulosus* - ehhinokokk-paeluss

*Alveococcus multilocularis* - alveokokk-paeluss

*Hymenolepis nana* - kääbusviik

**PHYLUM: NEMATHELMINTHES** – ümarloomad

**CL.: NEMATODA** – ümarussid

*Trichocephalus trichiurus* – piuglane

*Trichinella spiralis* – tihhiin e. keeritsuss

*Trichinella nativa*

*Strongyloides stercoralis* – ürgpihtlane

*Enterobius vermicularis* – naaskelsaba

*Ascaris lumbricoides* – liimuksolge

*Ancylostoma duodenale* – kõõrpea

*Dracunculus mediensis* – mediilna niituss

**PHYLUM: ANNELIDA** – rõngussid

**CL.: POLYCHAETA** – hulkharjasussid

**CL.: OLIGOCHAETA** – väheharjasussid

*Lumbricus terrestris* – harilik vihmauss

**CL.: HIRUDINEA** – kaanid

*Hirudo medicinalis* – apteegikaan

*Limnatis nilotica*

**PHYLUM: ARTHROPODA** – lülijalgsed

**SUBPHYLUM: BRANICHIATA** – vähilaadsed

**CL.: SRUSTACEA** – vähid

**SUBCL.: ENTOMOSTRACA** – alamvähid

**O.: COPEPODA** – aerjalalised

*Cyclops strenuus* – tavaline sõudik

**SUBCL.: MALACOSTRACA** – kõrgemad vähid

**O.: ISOPODA** – kakandilised

*Mesidotea entomon* – tavaline merikilk

*Porcellio scaber* – tavaline keldrikakand

**O.: DECAPODA** – kümnejalalised

*Astacus astacus* – laiasõraline jõevähk

*Eriocheir japonicus* – jaapani villkäppkrabi

*Rhithropanopeus harrisi* – tavaline rändkrabi



**SUBPHYLUM: CHELICERATA** - lõugtundlased

**CL.: ARACHNIDA** - ämblikulaadsed

**O.: SCORPIONES** - skorpionilised

**O.: ARANEI** - ämblikulised

*Lycosa singoriensis* - tarantel

*Latrodectus mactans tredecimguttatus* - karakurt

**O.: ACARI** - lestalised

*Ixodes ricinus* - võsapuuk

*Ixodes persulcatus* - talgapuuk

*Dermacentor nutalli*

*Dermacentor pictus*

*Dermacentor marginatus*

*Ornithodoros papillipes*

*Rhipicephalus sanguinensis*

*Sarcoptes scabiei* - süüdiklest

**SUBPHYLUM: TRACHEATA** - trahheeloomad

**CL.: INSECTA** - putukad

**INFRACL.: APERYGOTA** - ürgtiivalised

**O.: ZUGENTOMA** - soomukalised

*Lepisma saccharina* - majasoomukas

**INFRACL.: PTERYGOTA** - tiibputukad

**SECTIO: HEMIMETABOLA** - vaegmoondega putukad

**O.: BLATTODEA** - prussakalised

*Blatta orientalis* - tarakan

*Blatella germanica* - prussakas

*Periplaneta americana* - ameerika tarakan

**O.: ORTHOPTERA** - sihktiivalised

*Tettigonia cantans* - lauluritsikas

*Gryllus domesticus* - toakilk

*Gryllotalpa gryllotalpa* - kaerasori

*Locusta migratoria* - rändtirts

**O.: ANOPLURA** - täilised

*Pediculus humanus capitis* - peatäi

*Pediculus humanus vestimenti* - riidetäi

*Phthirus pubis* - satikas

**O.: HETEROPTERA** - lutikalised

*Notonecta glauca* - selgsõudur

*Lygocoris pabulinus* - kartulilutikas

*Cimex lectularius* - voodilutikas

*Tryatoma megistra*

O.: ODONATA - kilililised

*Calopteryx virgo* - vesineitsik

*Aeschna grandis* - pruun-tondihobu

SECTIO: HOLOMETABOLA - täismoondega putukad

O.: COLEOPTERA - mardikalised

Fam.: DYTISCIDAE - ujurlased

Fam.: CARABIDAE - jooksiklased

Fam.: SILPHIDAE - raisamardiklased

Fam.: SCARABAEIDAE - põrnikalised

Fam.: IPIDAE - ürasklased

Fam.: COCCINELLIDAE - lepatrilnulised

O.: DIPTERA - kahetliivalised

Fam.: CULICIDAE - pistesääsklased

*Anopheles maculipennis* - hallsääsk

*Culex pipiens* - laulusääsk

*Culicoides nubeculosus* - habesääsk

*Aedes sp.* - metsasääsk

Fam.: HIRONOMIDAE - surusääsklased

Fam.: SIMULIDAE - kihulased

*Eusimulium latipes* - kihulane

Fam.: PHLEBOTOMIDAE - moskitolased

*Phlebotomus papatasi*

Fam.: TABANIDAE - parmlased

Fam.: MUSCIDAE - päriskärblased

*Musca domestica* - toakärbes

*Wohlfahrtia magnifica* - laibakärbes

*Glossina palpalis*

*Glossina morsitans*

Fam.: HYPODERMATIDAE - nahakiinlased

O.: HYMENOPTERA - kiletliivalised

Fam.: VESPIDAE - herilased

Fam.: APIDAE - mesilased

*Apis mellifera* - mesilane

Fam.: FORMICIDAE - sipelglased

O.: LEPIDOPTERA - liblikalised

Fam.: PAPILIONIDAE - ratsurlibliklased

Fam.: SPHINGIDAE - surulased

Fam.: NOCTUIDAE - õõlased

Fam.: TINEIDAE - koillised



O.: SIPHONAPTERA - kirbulised

*Pulex irritans* - inimesekirp

*Xenopsylla cheopsis* - rotikirp

*Ctenocephalides canis* - koerakirp

PHYLUM: MOLLUSCA - limused

SUBPHYLUM: AMPHINEURA - külgergused

CL.: GASTROPODA - teod

*Viviparus viviparus* - jõe-ematigu

*Bithynia leachi* - lombi-keeritstigu

*Melanta amurensis*

*Galba truncatula* - väike sootigu

*Lymnaea stagnalis* - mudatigu

*Lymnaea ovata* - munajas punntigu

*Helicella* sp.

*Zebrina* sp.

*Helix pomatia* - viinamäetigu

*Agrollimax agrestis* - põllunäikjas

CL.: LAMELLIBRANCHIATA (= *Bivalvia*) - karbid

*Margaritana margaritifera* - ebapärlikarp

*Ostraea edulis* - auster

CL.: CEPHALOPODA - peajalgse

*Loligo vulgaris* - harilik ebakalmaar

*Octopus vulgaris* - harilik kaheksajalg

DIVISIO: DEUTEROSTOMIA - teissuused

PHYLUM: ECHINODERMATA - okasnahksed

CL.: ASTEROIDEA - meritähed

CL.: OPHIUROIDEA - madutähed

CL.: ECHINOIDEA - merisiilikud

CL.: HOLOTHURIOIDEA - meripurad

CL.: CRINOIDEA - merililliad

PHYLUM: HEMICHORDATA - ürgkeelikloomad

CL.: ENTEROPNEUSTA - neelhingsed

*Balanoglossus clavigerus* - lukisuss

PHYLUM: POGONOPHORA - habeloomad

PHYLUM: CHAETOGNATHA - harjaslõugse

**PHYLUM: CHORDATA** - keelikloomad

**SUBPHYLUM: ACRANIA** - koljutud

**CL.: AMPHIOXI** - süstikkalad

*Branchiostoma lanceolatum* - euroopa süstikkala

**SUBPHYLUM: VERTEBRATA (CRANIATA)** - selgroogsed

**CL.: CYCLOSTOMATA** - sõõrsuud

**CL.: PISCES** - kalad

**SUBCL.: CHONDRICHTHYES** - kõhrkalad

**SUBCL.: OSTEICHTHYES** - luukalad

**O.: PERCIFORMES** - ahvenalised

*Perca fluviatilis* - ahven

**O.: CYPRINIFORMES** - karpkalad

*Abramis brama* - latikas

*Tinca tinca* - linask

*Rutilus rutilus* - särg

**O.: ECOCIFORMES** - haugilised

*Esox lucius* - haug

**SUBCL.: CHOANICHTHYES** - koaankalad

**CL.: APHIBIA** - kahepaiksed

**CL.: REPTILIA** - roomajad

*Vipera berus* - harilik rästik

*Vipera lebetina* - gürsa

*Echis carinatus* - eefa

*Naja naja* - prillkobra

**CL.: AVES** - linnud

**CL.: MAMMALIA** - imetajad

**SUBCL.: PROTOTHERIA (Monotremata)** - ürgimetajad e. ainupilulised

**SUBCL.: METATHERIA (Marsupialia)** - alamimetajad e. kukrullised

**O.: MARSUPIALIA** - kukrullised

*Didelphys marsupialis virginiana* - virginia opossum

*Myrmecobius farciatus* - kukkur-sipelgakar

**SUBCL.: EUTHERIA (Placentalia)** - pärisimetajad e. platsentalised

**O.: EDENTATA** - napihambulised

*Priodontes giganteus* - hliidvõõlane

**O.: LAGOMORPHA** - jäneselised

*Oryctolagus cuniculus* - küülik



O.: RODENTIA - närilised

*Rattus norvegicus* - rändrott

*Mus musculus* - koduhiir

*Microtus arvalis* - põld-uruhiir

*Arvicola terrestris* - mügri

*Ondatra zibethica* - ondatra

*Citellus fulvus* - kollasuslik

*Marmota bobac* - stepiümiseja

O.: FISSIPEDIA - kiskjalised

*Canis aureus* - šaakal

*Canis familiaris* - kodukoer

*Vulpes vulpes* - rebane

*Ursus arctos* - pruunkaru

*Meles meles* - mäger

O.: PERISSODACTYLA - kabjalised

*Equus caballus caballus* - koduhobune

O.: ARTIODACTYLA - sõralised

*Camelus bactrianus* - kaksküür-kaamel

*Bos taurus* - koduveis

*Rangifer tarandus* - põhjapõder

*Bubalus bubalus* - india pühvel

*Tragelaphus scriptus* - võsapukk

*Tragelaphus spekei* - vesikudu

*Capra hircus* - kodukits

*Ovis ammon* - kodulammas

*Sus scrofa* - metssiga, kodusiga

O.: PRIMATES - esikloomalised

SUBO.: SIMIOIDEA - ahvilised

SECTIO: CATARRHINI - kitsaninalised

*Cercopithecus aethiops* - rohepärdik

*Macaca mulatta* - reesusmakaak

Fam.: PONGIDAE - inimahvlased

*Pongo pygmaeus* - orangutang

*Gorilla gorilla* - gorilla

*Pan paniscus* - kääbus-šimpans

*Pan troglodytes* - šimpans

Fam.: HOMINIDAE - inimlased

*Homo sapiens* - arukas inimene

Soovitatav õppekirjandus.

1. **Abrikossov, G. G.:** Selgrootute zoologia, Tln., 1960.
2. **Aul, J.:** Zoologia võõrsõnade leksikon, Tln., "Valgus", 1978.
3. **Aul, J., Ling, H.:** Selgrootute zoologia, Tln., "Valgus", 1969.
4. **Hiepe, T.:** Lehrbuch der Parasitologie, Jena, Fischer Verlag, 1985.
5. **Pansky, B.:** Review of medical embryology, N. Y., Macmillan Publ. Co., 1982.
6. **Parre, J.:** Veterinaarparasitoloogia, Tln., "Valgus", 1985.
7. **Абрикосов, Г. Г. и др.:** Курс зоологии, М., "Высшая школа", 1966.  
т. 1. Абрикосов, Г. Г. и др.: Зоология беспозвоночных.  
т. 2. Бобринский, Н. А. и др.: Зоология позвоночных.
8. **Биология** (ред. В. Н. Ярыгин), М., "Медицина", 1985.
9. **Догель, В. А.:** Общая паразитология, Л., Изд-во Ленинградского ун-та, 1962.
10. **Наумов, С. П.:** Зоология позвоночных, М., "Просвещение", 1982.
11. **Руководство к лабораторным занятиям по биологии** (ред. Ю. Л. Богоявленский), М., "Медицина", 1979.
12. **Слюсарев, А. А.:** Биология с общей генетикой, М., "Медицина", 1979.
13. **Токин, Б. П.:** Общая эмбриология, М., "Высшая школа", 1987.
14. **Хаусман, К.:** Протозоология, М., "Мир", 1988.
15. **Шабловская, Е. А. и др.:** Паразитарные болезни человека, Киев, "Здоровя", 1984.



[illegible]